



Työterveyslaitos

Tietoa työstä

Biologinen monitorointi vuositilasto 2012

Mirja Kiilunen

Biologinen monitorointi vuositilasto 2012

Mirja Kiilunen

Työterveyslaitos

Helsinki 2013

Työterveyslaitos
Kemikaaliturvallisuuksiimi
Topeliuksenkatu 41 a A
00250 Helsinki
www.ttl.fi

Toimitus: Mirja Kiilunen
Piirokset: Mirja Kiilunen
Kansi: Mainostoimisto Albert Hall Finland Oy Ltd

© 2013 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Tietoa työstä -julkaisusarjassa julkaistaan tutkimusraportteja, koosteita ja selvityksiä Työterveyslaitoksen kaikilta tutkimusaloilta.

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-261-355-4

ISBN 978-952-261-356-1

Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy, Tampere, 2013

ESIPUHE

Kemikaalialtistumista voidaan arvioida työhygieenisillä mittauksilla tai biologisella monitoroinnilla. Biologisessa monitoroinnissa työntekijältä kerätään yleisimmin veri- tai virtsanäyte, josta määritetään altistavaa ainetta, sen aineenvaihduntatuotetta tai fysiologista vastetta. Biologinen monitorointi huomioi yksilöiden väliset erot altistumisessa sekä imeytymisen kaikkia kolmea reittiä pitkin: ihon läpi, hengitysteitse ja ruoansulatuskanavasta, sekä aineen kertymisen elimistöön pitkäaikaisessa ja toistuvassa altistumisessa. Kokonaisaltistuminen on erityisen tärkeä arvioitaessa altistumista ja altistumisen aiheuttamaa terveysriskiä aineille, jotka imeytyvät merkittävässä määrin ihon läpi tai jotka kertyvät elimistöön jatkuvassa ja toistuvassa altistumisessa. Biomonitorointiin tarkoitettuja analyysimenetelmiä on käytettävissä kuitenkin vain harvoille kemikaaleille. Aineille, joiden vaikutus on paikallinen, ei biomonitorointia voida käyttää. Lisäksi saman alkuaineen eri yhdisteiden vaikutukset voivat olla hyvin erilaisia. Aineet voivat vaikuttaa esimerkiksi iholla tai suoraan keuhkokudokseen. Tällöin työhygieenisillä mittauksilla saadaan todellinen kuva altistumisesta. Paras kuva kokonaisaltistumisesta saadaan, jos yhdistetään biologisella monitoroinnilla ja työhygieenisillä mittauksilla saadut tulokset. Kirjan tilastojen on tarkoitus luoda perusta työpaikkojen kemikaalialtistumisen verrattavuuteen eri työtehtävissä ja näin vähentää työntekijöiden altistumista.

Biologista monitorointi voidaan käyttää altistumisen arviointiin vain, jos näytteet on kerätty annettujen ohjeiden mukaisesti oikeanlaisiin näyteastioihin. Biomonitorointitulosten tulkinta tapahtuu yksinkertaisimmillaan vertaamalla niitä altistumattomien viiterajaan ja toimenpiderajaan. Altistumattomien viiteraja on tavallisesti Työterveyslaitoksen tutkimuksiin perustuva pitoisuus, jota 95 % työssä altistumattomista suomalaisista ei ylitä. Joidenkin kemikaalien kohdalla se on sama kuin biomonitorointimenetelmän määrittämisraja, mikäli kemikaali on sellainen, jolle ei ympäristöperäisesti altistuta. Altistumattomien viiterajan ylitys kertoo henkilön altistuneen kyseiselle aineelle. Toimenpideraja on pitoisuus, jonka alapuolella pysyminen yleensä tarkoittaa, että vakavia terveyshaittoja ei ole odotettavissa työskenneltäessä tällaisissa olosuhteissa. Tämä ei poissulje sitä, että toimenpideraja-arvon alapuolellakin voi esiintyä herkillä henkilöillä todettavia terveyshaittoja ja eriasteisia viihtyvyshaittoja. Myös altistuminen voi olla eri päivinä erilaista ja yksittäinen mittaus ei välttämättä kerro kuin sen hetkisen tilanteen. Toimenpiderajaa ei kuitenkaan pitäisi ylittää toistuvasti. Toisaalta kertaluonteinen toimenpiderajan ylittäminen ei tarkoita sitä, että sairastumista olisi odotettavissa, koska raja-arvot on asetettu ajatellen työuran pituista altistumista ja niihin liittyy jonkinasteinen turvamarginaali. Tavoitetasoksi kutsutaan pitoisuutta, johon hyvissä työskentelyolosuhteissa tulisi pyrkiä. Tällaisia tasoja on asetettu erityisesti syöpävaarallisille aineille, joille ei voida asettaa täysin turvallista tasoa. Näistä esimerkkejä ovat virtsan kromi- ja nikkelimittaus (U-Cr, U-Ni) sekä veren tetrakloorieteenimittaus (B-PerklEt). Veren tetrakloorieteenimittaukselle on kuitenkin annettu myös toimenpideraja. Saamme jatkuvasti uutta tutkimustietoa aineiden haitoista ja sen myötä raja-arvotkin muuttuvat.

Vuonna 2011 sosiaali- ja terveysministeriö (STM) on asetuksellaan haitalliseksi tunnetuista pitoisuuksista (1213/2011) vahvistanut biologisten altistumisindikaattorien

viiteraja-arvot työturvallisuuslain (738/2002) nojalla. Näitä viiteraja-arvoja on asetettu arseenille ja sen epäorgaanisille yhdisteille, elohopealle ja sen epäorgaanisille yhdisteille, etyylibentseenille, fenolille, ksyleenille, lyijylle ja sen epäorgaanisille yhdisteille, metyleenibis(2-kloorianiliinille) (MOCA), rikkihiilelle, styreenille, tetrakloorieteenille, tolueenille ja trikloorieteenille. Lisäksi on olemassa Valtioneuvoston päätökseen lyijytyöstä (1154/1993) perustuvat veren lyijypitoisuuden toimenpiderajat. Nämä löytyvät vuoden 2012 HTP-arvot julkaisusta ([HTP-arvot 2012, STM julkaisuja, 2012:5 ja ruotsiksi 2012:6](#)). Näitä STM:n asetuksella vahvistettuja viiteraja-arvoja lukuun ottamatta muut Työterveyslaitoksen toimenpideraja-arvot ovat Työterveyslaitoksen antamia suosituksia, jotka on asetettu perustuen joko STM:n julkaisemiin haitallisiksi tunnettuihin pitoisuuksiin (HTP) ja tietoon HTP-arvoa vastaavan ilmapitoisuuden ja biologisessa näytteessä havaitun pitoisuuden välillä, tai suoraan toksikologis-epidemiologiseen tietoon aineen terveydellisten haittavaikutusten annosvastesuhteista.

Vuodesta 2007 alkaen Työterveyslaitos on aktiivisesti arvioinut uudelleen useiden altisteiden toimenpideraja-arvoja uusimman olemassa olevan haittavaikutustiedon pohjalta. Vuoden 2012 aikana muutoksia tapahtui useiden analyysien kohdalla ja sama suuntaus on ollut vuoden 2013 aikana. Nämä muutokset on koottu taulukkoon 6, sivu 78. Merkittävin muutos vuonna 2013 on virtsan kobolttianalyysin toimenpiderajan laskeminen 600 nmol/l 130 nmol/l. Virtsan alumiinin toimenpideraja laskin 6,0 µmol/l → 3,0 µmol/l vuonna 2013. Vuoden 2013 muutokset on merkitty myös analyysien kohdalle. Naftaleenialtistumisessa siirryttiin mittaamaan virtsan 2-naftolia aiemman 1-naftolin sijaan. Molemmat naftaleenin aineenvaihdunta tuotteet antavat samansuuntaisia tuloksia, mutta 2-naftoli on herkempi mittari altistumisen arviointiin.

Tässä tilastossa on altistumistietoja käsitelty vuonna 2012 voimassa olleiden raja-arvojen pohjalta. Perustelut raja-arvojen asettamiselle ja muutoksille löytyvät Työterveyslaitoksen biomonitoroinnin internetsivuilta, www.ttl.fi/biomonitorointi.

Vuonna 2012 valtaosa biomonitorointianalyyseistä suoritettiin Työterveyslaitoksen Helsingin toimipisteessä. Turun toimipisteessä tutkittiin altistumista isosyanaateille. Kuopiossa keskityttiin homepölyn ja punkkien aiheuttaman altistumisen arviointiin. Työterveyslaitoksen Asiakasratkaisut toiminta-alue on Mittatekniikan keskuksen akkreditoima testauslaboratorio (T013). Luettelo akkreditoiduista analyyseistä ja muun-
tuvasta testausalueesta löytyvät Mittatekniikan keskuksen kotisivuilta www.mikes.fi.

Vuonna 2012 analysoitiin yhteensä 24456 näytettä. Näistä palvelunäytteitä oli 23374 kappaletta. Määrällisesti tärkeimpiä kemiallisen altistumisen biomonitorointianalyysijä ovat virtsan kromin ja nikkelin määritykset, veren lyijymääritys, virtsan epäorgaanisen arseenin, alumiinin ja koboltin määritykset sekä orgaanisista aineista styreenialtistumisen arvioinnissa käytettävä virtsan manteli- ja fenyyliglyoksyylilihapon määritys. Asiakkaille tarjottiin myös useamman altisteen analyysipaketteja helpottamaan tiettyjen työtehtävien altistumisen arviointia. Näitä olivat mm. kadmiumaltistumisen arvioinnissa käytetty veren ja virtsan kadmiumanalyysi (BU-KADMIUM), erilaissa metallitoissa altistuminen kromille ja nikkelille (U-METSUP, U-PINTSU ja U-RSTSU), polyaromaattisille hiilivedyille altistuminen (U-PAH) ja eri työaloilla tapah-

tuvien kokonaisaltistumisten seurantaan tarkoitetut ongelmajätteiden työskentelyssä tapahtuvan altistumisen (BU-ONGELMA) ja lasiteollisuuden kemikaalialtistumisen (BU-LASI) seuranta-analyysit. Kolmesta viimeksi mainitusta ei ole tässä yhteenvedossa omaa kappaletta johtuen erityyppisen altistumisen vertaamisen vaikeudesta, näytteiden vähydestä tai niiden kohdistumisesta yksittäisiin tunnistettaviin työpaikkoihin. Näiden analyysien tulokset on käsitelty vain osamääritysten mukana.

Suomessa altistutaan edelleen merkittävässä määrin haitallisille kemiallisille altisteille (Taulukko 3). Vuonna 2012 voimassa olleiden tavoitetasojen ylityksiä mitattiin erityisen runsaasti virtsan kromin ja nikkelin kohdalla. Virtsan kobolttin toimenpiderajan ylityksiä oli 26,4 % (106 kpl) ja nämä tapahtuivat asennus-, huolto- ja hiontatöissä, koneistuksessa, kovametallitöissä, kobolttin puhdistuksessa ja kobolttituotteiden valmistuksessa, sinkkivalussa ja terähionnassa. Hiilimonoksidin toimenpiderajan ylityksiä oli 12,9 % (13 kpl) kaikista mittauksista. Suurimmat altistumiset tapahtuivat kaavaajalla, kernantekijällä, valajalla ja valimotyössä sekä palosaneerauksessa. Pyreenialtistuksen kohdalla todettiin 11,3 % (n = 35 kpl) toimenpiderajan ylityksiä. Merkittävimmit PAH-altistumiset tapahtuivat kyllästettäessä puuta kreosootilla tai sen käsittelyssä, sähkölinja-asentajilla. Styreenin kohdalla mitattiin toimenpiderajan ylityksiä puolta vähemmän kuin vuonna 2011: 9,9 % (35 kappaletta) analysoiduista näytteistä ylitti toimenpiderajan vuonna 2012. Tämä on samalla tasolla kuin vuoden 2010.

Muita toimenpiderajan ylityksiä todettiin alumiinille alumiinihitsauksessa ja alumiini-levyjen asennustyössä, arseenille useissa erilaisissa työtehtävissä, elohopealle kloorialkaliteollisuudessa, kadmiumille lasivärien sekoituksessa, ongelmajätteiden käsittelyssä, juotos-, siivous- ja sulatustöissä, mangaanille mangaanipitoisen teräksen sorvauksessa. Lyijylle altistuttiin hitsaus-, koneistus- ja valutyössä. Orgaanisista kemikaaleista ksyleenialtistuksen mittarin virtsan metyylihippuurihappopitoisuuden toimenpideraja ylittyi sorvaustyössä.

Kemikaalialtistumisen biomonitoroinnin tarve on edelleen kiistaton kirjan tilastojen perusteella. Biomonitorointi on usein ainoa tapa arvioida altistumista luotettavasti etenkin ihoimeytyville kemikaaleille. Vuosiraportin taulukot 1 ja 2 sisältävät tiedot Työterveyslaitoksen biomonitorointianalyysien määristä ja niiden jakautumisesta palvelun, tutkimuksen ja laaduntarkkailun kesken. Analyysikohtaiseen osioon on koottu altisteen mukaisessa aakkosjärjestyksessä määrällisesti merkittävimpien (noin 50 altistumismittausta vuosittain) työperäisten altistumismittausten vuotuiset pitoisuusjakaumat ja analyysimäärät. Kunkin altisteen kohdalla kerrotaan vuoden 2012 aikana tehtyjen altistumismittausten tärkeimmät tilastoarvot sekä altistumattomien viiterajan ja toimenpiderajan ylittäneiden henkilöiden lukumäärät ja työtehtävät. Pitoisuusjakaumakuvassa on käytetty jakovälien keskikohtaa ilmaisemaan analyysin pitoisuutta. Taulukossa 4 on esitetty tilastotietoja työperäisistä altistumismittauksista, joita on tehty alle 50 kappaletta vuoden 2012 aikana, taulukossa 5 on niihin liittyvät viitearvot, taulukoihin 6 on koottu muutokset viiterajoissa vuosina 2012 ja 2013 ja taulukossa 7 on kunkin analyysin vastuuhenkilöt.

Helsingissä 10.10.2013

Mirja Kiilunen

SISÄLTÖ

Esipuhe

Abstract

Vuoden 2012 yhteenvetotaulukot ja kuvaajat.....4

Taulukko 1. Biomonitorointianalyysit v. 2003 – 2012. 4

Kuva 1. Biomonitorointianalyysit vuonna 2012. 5

Taulukko 2. Biomonitorointianalyysit vuonna 2012 Työterveyslaitoksessa. 5

Kuva 2. Yleisimpien biomonitorointianalyysien lukumäärät..... 10

Taulukko 3. Toimenpiderajojen ja tavoitetasojen ylitykset 1

Analyysikohtaiset yhteenvedot2

Alumiini 2

 Virtsan alumiini, U-Al 2

Arseeni 4

 Virtsan epäorgaaninen arseeni, U-As-i 4

Bentseeni..... 6

 Virtsan *trans,trans*-mukonihappo, U-Mukon 6

Elohopea..... 8

 Veren epäorgaaninen elohopea, B-Hg-i..... 8

 Virtsan elohopea, U-Hg 10

Fenoli 12

 Virtsan fenoli, U-Fenol..... 12

Hiilimonoksidi (häkä), dikloorimetaani, metyleenikloridi..... 14

 Hemoglobiinin häkähemoglobiini, B-Hb-CO 14

Kadmium 16

 Veren kadmium, B-Cd 16

 Virtsan kadmium, U-Cd..... 18

 Veren kadmium, B-Cd, ja virtsan kadmium, U-Cd 20

Koboltti..... 22

 Virtsan koboltti, U-Co..... 22

Kromi	24
Virtsan kromi, U-Cr	24
Ksyleeni	26
Virtsan metyylihippuurihappo, U-MetHipp	26
Lyijy	28
Veren lyijy, B-Pb	28
Virtsan lyijy, U-Pb.....	30
Mangaani	32
Virtsan mangaani, U-Mn	32
Metanoli, Muurahaishappo	34
Virtsan muurahaishappo, U-Formia	34
Naftaleeni ja naftaleenia sisältävät PAH-seokset	36
Virtsan naftoli, U-Naftol.....	36
Nikkeli	38
Virtsan nikkeli, U-Ni.....	38
Polyklooratut bifenyylit	40
Paastoseerumin polyklooratut bifenyylit, fS-PCB	40
Pyreeni ja pyreeniä sisältävät PAH-seokset	42
Virtsan 1-pyrenoli, U-Pyr	42
Rikkihiili	44
Virtsan 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappo, U-TTCA.....	44
Seleeni	46
Virtsan seleeni, U-Se	46
Styreeni.....	48
Virtsan manteli- ja fenyyliglyoksyylihappo, U-MaPGa.....	48
Tolueeni.....	50
Veren tolueeni, B-Tolu	50
Altistuminen kromille ja nikkelille metallitoissa, pintakäsittelyssä ja ruostumattoman teräksen hitsauksessa	52
Virtsan kromi ja nikkeli, U-METSUP, U-PINTSU, U-RSTSUP	52

Taulukko 4. Palveluanalytiikan biomonitorointianalyysit, joita oli alle 50 kpl vuonna 2012.	54
Taulukko 5. Viite- ja toimenpiderajat analyysille, joita oli alle 50 kpl työperäistä altistumismittausta vuonna 2012.	56
Taulukko 6. Biomonitoroinnin muuttuneet viitearvot vuonna 2013.	58
Taulukko 7. Biomonitorointianalyysien analyysivastaavat ja analyysit vuonna 2012.	59
Kiitokset	60

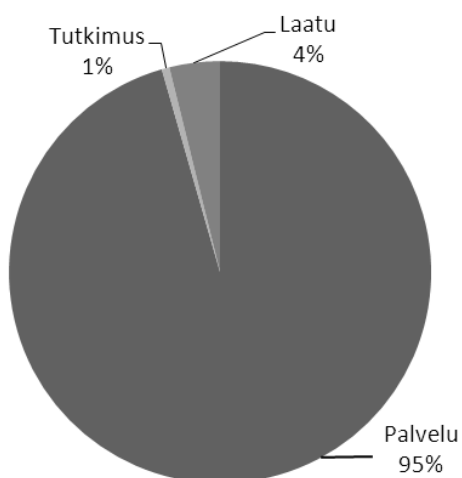
VUODEN 2012 YHTEENVETOTAULUKOT JA KUVAAJAT

Seuraavassa on koottu taulukkoihin vuosina 2003 – 2012 tehtyjen analyysien kokonaismäärä tyypeittäin, vuoden 2012 tilanne kuvana, vuoden 2012 tilanne analyysikohtaisesti sisältäen kaikki tehdyt palveluanalyysit, yleisimmät biomonitorointimittaukset ja toimenpiderajojen ja/tai tavoitetasojen ylitykset.

Taulukko 1. Biomonitorointianalyysit v. 2003 – 2012.

Vuosi	Palvelu kpl	Tutkimus kpl	Laatu kpl	Yhteensä kpl
2003	16172	2372	7422	25966
2004	14866	6154	6281	27301
2005*	12322	2773	905	16000
2006	12142	1171	539	13852
2007	13019	693	1236	14952
2008	13197	192	906	14210
2009	10569	492	1153	12164
2010	13498	100	879	14294
2011	17489	3377	453	21262
2012	23374	143	947	24456

*vuodesta 2005 alkaen laatuanalyysilukumäärissä huomioidaan vain ulkoiset laadunvarmistusanalyysit



Kuva 1. Biomonitorointianalyysit vuonna 2012.

Taulukko 2. Biomonitorointianalyysit vuonna 2012 Työterveyslaitoksessa.

Analyysi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu	Yhteensä
Nivelneste				
koboltti	252			252
kromi	252			252
Seerumi /plasma				
alumiini	4	3		6
antimoni		1		1
arseeni		1		1
barium		1		1
beryllium		1		1
elohopea		1		1
homeopölyvasta-aineet	2429	532		2961
hopea		1		1

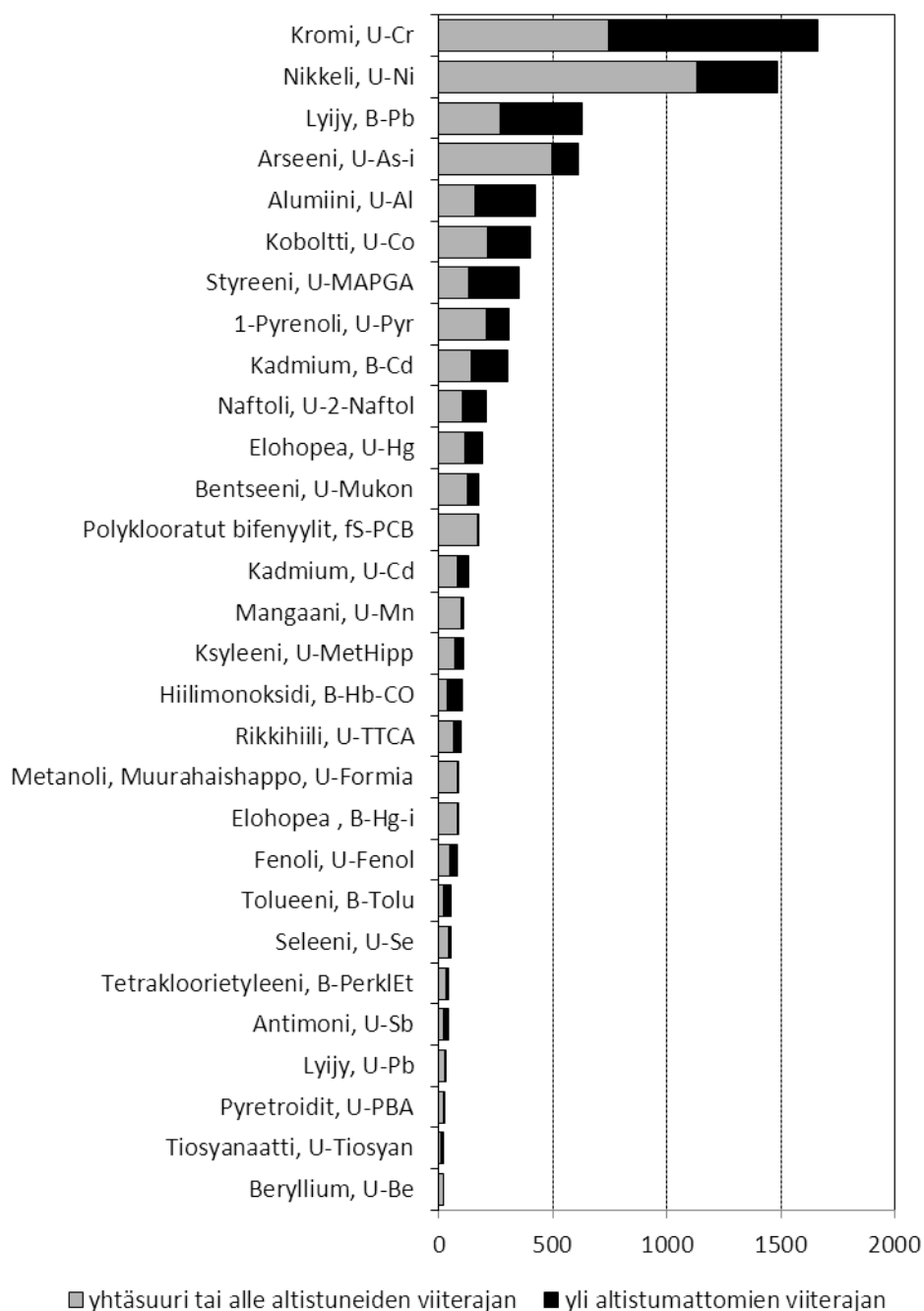
Analyyysi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu Yhteensä
Seerumi/plasma			
kadmium		1	1
kromi		5	5
koboltti		5	5
kupari	40	5	45
lyijy		1	1
mangaani		5	5
molybdeeni		1	1
nikkeli		5	5
platina		3	3
polyklooratut bifenyylit	178	12	185
punkkivasta-aineet	9		9
seleeni		5	5
sinkki		5	5
tallium		1	1
telluuri		1	1
tina		1	1
tiosyanaatti	4		4
torium		1	1
uraani		1	1
vanadiini		1	1
vismutti		1	1
Veri			
elohopea, epäorgaaninen	94	8	102
elohopea, orgaaninen	94		94
hemoglobiinin häkähemoglobiini	106		106

Analyyysi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu	Yhteensä
Veri				
kadmium	307		44	351
koboltti	4360		3	4363
kromi	4369		3	4372
koliiniesteraasit	20	72	12	104
lyijy	661		44	705
mangaani	1053		7	1060
molybdeeni	73		2	75
tetrakloorieteeni	44		2	46
titaani	353			353
tolueeni	57		2	55
Virtsa				
alumiini	443		7	450
aniliini	3			3
arseeni, epäorgaaninen	628		17	645
arseeni +3			4	4
arseeni +5			4	4
arseeni MMA	628		4	632
arseeni DMA	628		4	632
antimoni	41		7	48
barium			3	3
beryllium	22		7	29
elohopea	204		11	215
fenoli	79		4	83
fenoksibentsoehappo	30			30
fluoridi	14		4	18

Analyyysi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu Yhteensä
Virtsa			
heksaanidioni	8		8
hopea		3	3
isosyanaattimetaboliitit	27	71	98
kadmium	147	11	158
koboltti	476	7	483
kromi	1746	11	1757
kupari	21	7	28
lyijy	32	7	41
mangaani	110	3	113
manteli- ja fenyyli glykoksyylihappo	354	6	360
mantelihappo	16	2	18
2-(2-metoksietoksi)etikkahappo	6		6
metyylietyyliketoni	2		2
metyylihippuurihappo	106	4	110
molybdeeni	75	3	78
mukonihappo	196	4	200
muurahaishappo	87		87
1-naftoli	50		50
2-naftoli	210	4	214
nikkeli	1512	11	1523
platina	1	4	5
1-pyrenoli	310	4	314
retinolia sitova proteiini	3		3
seleeni	51	7	58
sevofluraani	4		4

Analyyysi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu	Yhteensä
Virtsa				
sinkki	6	7		13
tallium	1	7		8
telluuri		3		3
tert. butyylialkoholi	8			8
torium		3		3
tina		3		3
titaani	70			70
tiosyanaatti	22			22
2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappo	98	4		102
trietyyliamiini	2			2
trikloorietikkahappo	7	2		9
typpioksiduuli	3			3
uraani	30	3		33
vanadiini		7		7
vismutti		2		2
volframi		4		4
Vuorokausivirtsa				
kupari	38			38
MUUT				
vesi-Al	19			19
vesi-Cd	1			1
biologinen materiaali Pb	1			1
YHTEENSÄ	17489	3377	453	21262

Lisäksi tehtiin 430 virtsan kreatiniinimääritystä ja 5644 virtsan suhteellisen tiheyden mittausta analyysitulosten standardisointia varten.



Kuva 2. Yleisimpien biomonitorointianalyysien lukumäärät ja altistumattomien viiterajojen ylitykset vuonna 2012.

Taulukko 3. Toimenpiderajojen ja tavoitetasojen ylitykset ja niihin liittyvät työtehtävät v. 2012.

Altiste / Analyytti	Palvelu- näytteet kpl	Toimen- pideraja, tavoite- taso	Ylitykset henk. lkm	Työtehtävä, ammatti
alumiini U-Al	421	6,0 µmol/l 3,0 µmol/l*	3 19	asennus- ja hitsaustyössä asennus-, hitsaus- ja valimotyössä
arseeni U-As-i	612	70 nmol/l	27	asennus-, huolto-, laboratorio-, pro- sessi-, siivous-, sulatus- ja korjaus- työ metallien (Cu, Ni) tuotannossa ja riikkihapon valmistuksessa, erilaiset konsultti- ja neuvontatyöt. Seitse- män henkilön työtehtävä oli tunte- maton.
bentseeni U-Mukon	176	14 µmol/l	2	operaattori
elohopea U-Hg	192	140 nmol/l	4	asennustyössä, kennonteossa. Yh- den henkilön työtehtävä oli tuntema- ton.
hiilimo- noksidi B-Hb-CO	101	0,050 (=5,0 %)	13	kaavaaja, keernantekijä, valaja, valimotyö, palosaneeraus
kadmium B-Cd	302	50 nmol/l	3	(B-Cd) lasivärien sekoituksessa, ongelmajätteiden käsittelyssä
U-Cd	133	40 nmol/l	4	(U-Cd) juotos-, siivous- ja sulatus- työssä
koboltti U-Co	401	130 nmol/l	106	asennus-, huolto- ja hiontatöissä, koneistuksessa, kovametallitöissä, koboltin puhdistuksessa ja koboltti- tuotteiden valmistuksessa, sinkkiva- lussa, terähionnassa
kromi U-Cr	1663	0,01 µmol/l Tavoitetaso	920	tavoitetaso ylittyi metalliteollisuuden eri tehtävissä: mm. erilaisilla asenta- jilla, hiojilla, hitsaajilla, huolto-, kor- jaus- ja kunnossapitomiehillä, kaasus- , plasma- ja polttoleikkaajilla, kiillot- tajilla, koneistajilla, kromaaajilla, pin- takäsittelijöillä ja ripustajilla, labo- ranteilla, laitosmiehillä, laserleikkaa- jilla, levysepillä ja levyseppähitsaajil- la, peltisepillä, pinnoittajilla, put- kiasentajilla, maalareilla ja ruisku-

*Virtsan alumiinin toimenpideraja muuttui 3,0 µmol/l vuonna 2013.

Altiste / Analyytti	Palvelu- näytteet kpl	Toimen- pideraja, tavoite- taso	Ylitykset henk. lkm	Työtehtävä, ammatti
kromi U-Cr jatkuu	1663	0,01 µmol/l Tavoitetaso	920	maalareilla, erilaisissa metallimiehen työssä, metalliruiskuttajilla, siivoojil- la, valutöissä.
ksyleeni U-MetHipp	106	5 mmol/l	1	maalaus
lyijy B-Pb	630	1,4 µmol/l	15	hitsauksessa, koneistus- ja vali- motyössä. Viiden henkilön työteh- tävä oli tuntematon.
mangaani U-Mn	109	50 nmol/l	1	sorvaustyössä
nikkeli U-Ni	1485	0,05 µmol/l Tavoitetaso	353	tavoitetaso ylittyi metalliteollisuuden eri tehtävissä: mm. asentajilla, elekt- rolyyttisen nikkelinpuhdistuksen eri tehtävissä, hiojilla, hitsaajilla, huolto- ja laitosmiehillä, kaasu-, plasma- ja polttoleikkaajilla, koneenkorjaajilla ja -käyttäjillä, kuljettajilla, kunnossapi- dossa työskentelevillä, kromaaajilla ja pintakäsittelijöillä, laboranteilla, lajit- telijoilla ja pakkaajilla, levysepillä ja levyseppähitsaajilla, lämpökäsitteli- jöillä, maalareilla, mekaanikoilla, metalliruiskuttajilla, metallityönteki- jöillä, nikkelityöntekijöillä, nuohoojil- la, pattereiden kierrättäjillä, pinnoit- tajilla, porareilla, siivoojilla, sulatto- työntekijöillä, sähköasentajilla, työn- johtajilla, valajilla ja valimotyönteki- jöillä, vesilaitos työntekijöillä
styreeni U-MaPGa	352	1,2 mmol/l	35	laminointi, maalari, ruiskuttaja, ko- neenhoitaja, työnjohtaja, yrittäjä
pyreeni U-Pyr	310	2,6 µg/l	35	kreosoottialtistuminen: verkosto- asennustyössä, rata- ja vaihdetyös- sä, kyllästämötyössä

ANALYYSIKOHTAISET YHTEENVEDOT

Alumiini

Mirja Kiilunen

Virtsan alumiini, U-Al

Altistumattomien viiteraja	0,6 $\mu\text{mol/l}$
Toimenpideraja	6,0 $\mu\text{mol/l}$ *
* 1.4.2013 alkaen 3,0 $\mu\text{mol/l}$.	

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 263 kpl.

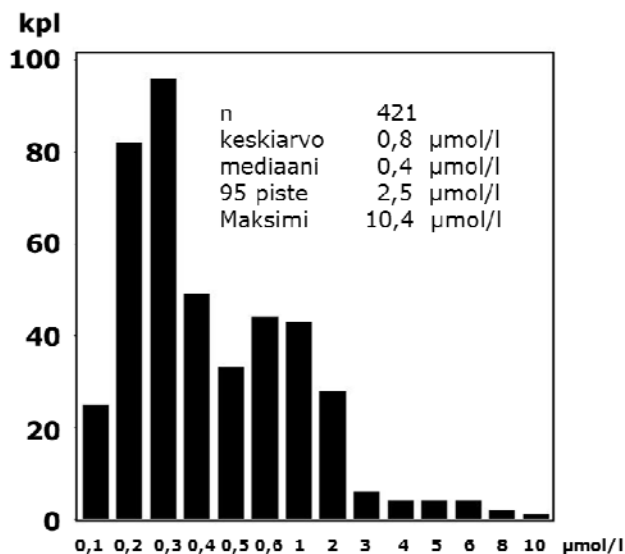
Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asennus-, sähköasennus-, hitsaus-, hionta-työssä, koneasennus- ja korjaustyössä, levysepän työssä, levyseppähitsaajilla, alumiiniruiskutuksessa, valimotöissä, veneen rakennuksessa sekä erilaisissa työnjohtotöissä ja itsenäisellä yrittäjällä.

Toimenpideraja (6,0 $\mu\text{mol/l}$) ylittyi kolmella henkilöllä asennus- ja hitsaustöissä. Uusi toimenpideraja ylittyi 19 henkilöllä asennus- ja hitsaus- ja valimotöissä.

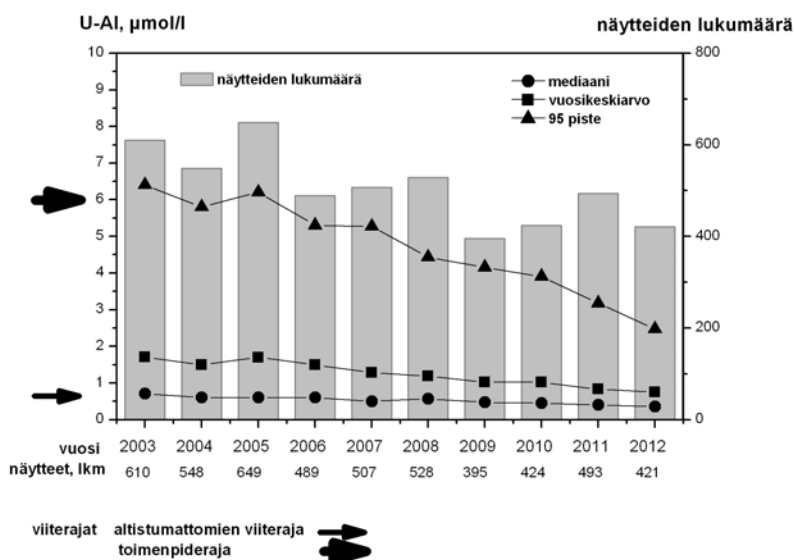
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	421
Henkilöiden lukumäärä	415
naiset	17
miehet	398
Työpaikkojen lukumäärä	118
Työpaikkatieto puuttuu	65

Alumiinille on arvioitu altistuvan Suomessa yli 5000 työntekijää, pääasiassa hitsaus-, levysepän-, hionta- ja valimotyössä. Voimakkaimmin altistuneita olivat alumiinihitsaajat ja levysepät, jotka tekevät myös asennustöitä. Myös vuonna 2012 mitatut toimenpiderajan ylittävät alumiinipitoisuudet 7,1 – 10,4 $\mu\text{mol/l}$ olivat asentajalla ja hitsaajilla.

Viimeisen vuosikymmenen aikana alumiinille altistuvien työntekijöiden määrässä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Korkeiden altistumispitoisuuksien määrä näyttäisi olevan laskussa, sillä 95 % pitoisuusraja on viimeisen seitsemän vuoden aikana laskenut tasaisesti 6,4 $\mu\text{mol/l}$ vuonna 2003 2,5 $\mu\text{mol/l}$ vuonna 2012.



U-Al, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan alumiini vuosina 2003 – 2012.

Arseeni

Mirja Kiilunen

Virtsan epäorgaaninen arseeni, U-As-i

Altistumattomien viiteraja 30 nmol/l

Toimenpideraja 70 nmol/l

Raskauden aikana ei saa altistua arseenille.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 117 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. kuparin ja nikkelin sekä muiden metallien tuotannossa ja valussa, asennus-, sähköasennus-, purku- ja eristystyössä, koneiden huoltotoissa, teollisuuskattiloiden muurauksessa ja kunnostuksessa, laboratorio- ja siivoustyössä, konsultaatio- ja tutkimustyössä metallien tuotannossa.

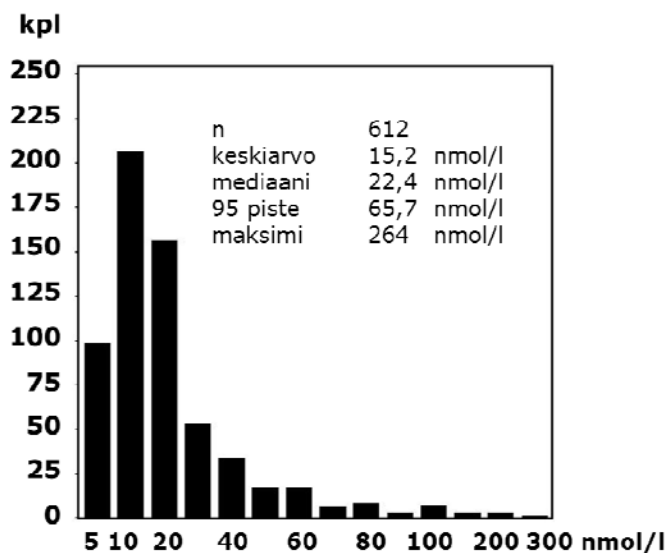
Toimenpideraja ylittyi 27 näytteessä: asennus-, huolto-, muuraus-, prosessi-, siivo-
us- ja kunnostustyössä metallien (Cu, Ni) tuotannossa sekä tutkimukseen liittyvissä
työssä. Yhden henkilön työtehtävistä ei ollut tietoa.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	612
Henkilöiden lukumäärä	559
naiset	60
miehet	552
Työpaikkojen lukumäärä	55
Työpaikkatieto puuttuu	74

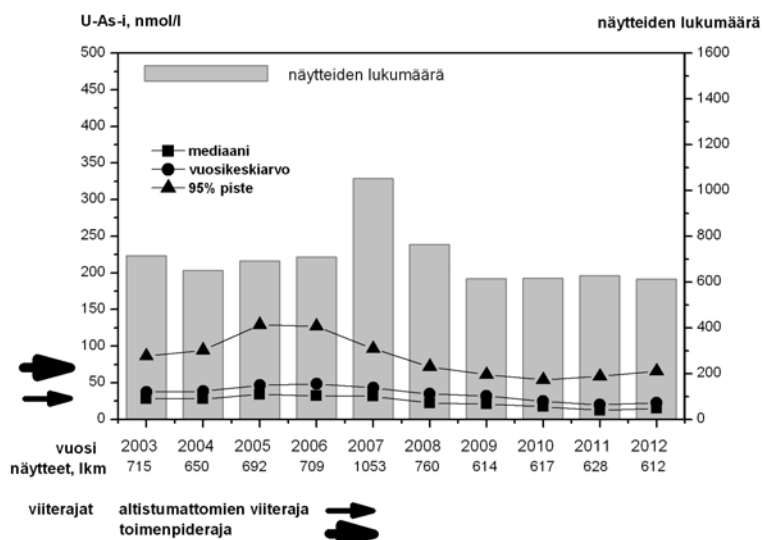
Arseenille altistuu Suomessa noin 1600 työntekijää. Välillisesti altistuvien määrä on suu-
rempi. Myös uudet kaivoshankkeet lisäävät altistuvien määrää. Työn ulkopuolella altistu-
mista epäorgaaniselle arseenille voi tapahtua arseenipitoisesta kaivo- ja porakaivovedes-
tä, mutta ei ilmeisesti merkittävästi muusta ravinnosta. Pilaantuneilla mailla kasvavissa
sienissä ja marjoissa voi olla kohonneita pitoisuuksia.

Arseenialtistumisen taso on ollut vakaata viime vuosina. Suurin osa toimenpiderajan yli-
tyksistä todettiin henkilöillä, jotka työskentelivät metallien puhdistusprosessieneri tehtä-
vissä: puhdistuksessa ja valussa.

Virtsan epäorgaanisen arseenipitoisuuden viiteraja-arvo (toimenpideraja) työvuoron pää-
tyttyä työviikon tai altistumisjakson lopussa on sosiaali- ja terveysministeriön asettama
(STM asetus 1213/2011).



U-As-i, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan arseeni vuosina 2003 – 2012.

Bentseeni

Jouni Mikkola

Virtsan *trans,trans*-mukonihappo, U-Mukon

Altistumattomien viiteraja 2 µmol/l

Toimenpideraja 14 µmol/l

Raskauden aikana ei saa altistua bentseenille.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 50 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asentajilla, koneiden kuljettajilla, kaasu-, prosessi- ja yleismiehillä, operaattoreilla, polttoainemittareita huollettaessa ja säiliötyössä.

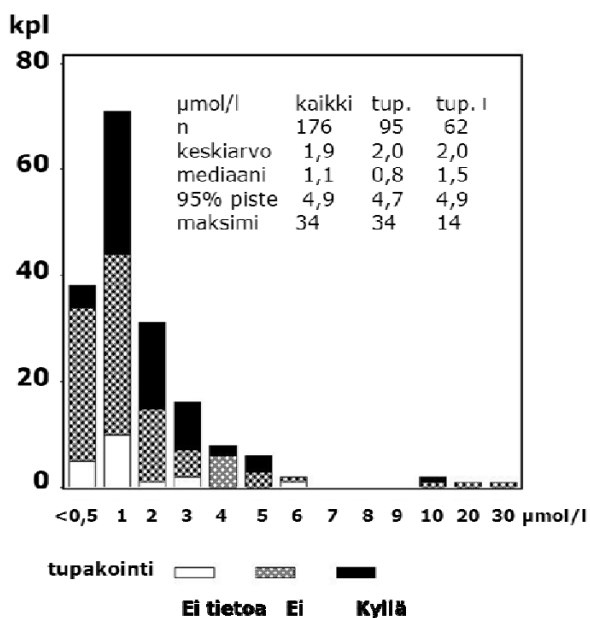
Toimenpideraja ylittyi kaksi kertaa operaattorin tehtävissä.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	176
Henkilöiden lukumäärä	163
naiset	12
miehet	151
Tupakointi	
tupakoivat	62
ei tupakoivat	95
ei tietoa tupakoinnista	19
Työpaikkojen lukumäärä	27
Työpaikkatieto puuttuu	8

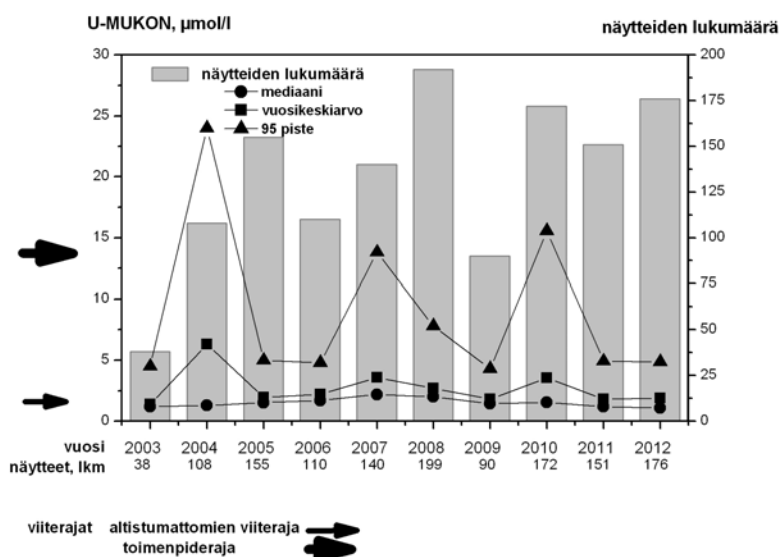
Moottoripolttoaineiden jakeluketjussa bensiinihöyryille altistuu noin 2000 – 3000 työntekijää. Huoltokorjaamoissa työskentelee noin 8000 henkilöä, joista osa voi altistua bentseenille. Moottoribensiinille altistuttaessa suurin terveysriski on bentseeni. Moottoribensiini saa sisältää enintään yhden prosentin bentseeniä valtioneuvoston päätöksen 1271/2000 mukaan.

Bentseenille voi altistua myös ongelmajätteiden käsittelyssä, polttoainesäiliöiden huolto- ja puhdistustyössä, saastuneen maan puhdistuksessa terästeollisuudessa. Kivihiiliterva sisältää bentseeniä ja muita aromaattisia hiilivetyjä. Syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuneiden (ASA) rekisteriin ilmoitetaan vuosittain noin 1600 bentseenille altistunutta.

Biomonitorointinäytteiden valossa bentseenille altistuneiden työntekijöiden lukumäärä on säilynyt ennallaan viimeisen 10 vuoden aikana. Korkeille pitoisuuksille altistuneiden lukumäärä ja altistumistaso voi vaihdella huomattavasti vuosittain.



U-Mukon, pitoisuusmittausjakauma v. 2012.



Virtsan mukonihappo vuosina 2003 – 2012.

Elohopea

Mirja Kiilunen

Veren epäorgaaninen elohopea, B-Hg-i

Altistumattomien viiteraja	10 nmol/l
Toimenpideraja	50 nmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	10 nmol/l

Altistumattomien viiterajan 10 nmol/l ylityksiä oli yhdellä henkilöllä, jonka työtehtävä ja toimiala olivat tuntemattomia. Toimenpiderajan 50 nmol/l ylityksiä ei todettu.

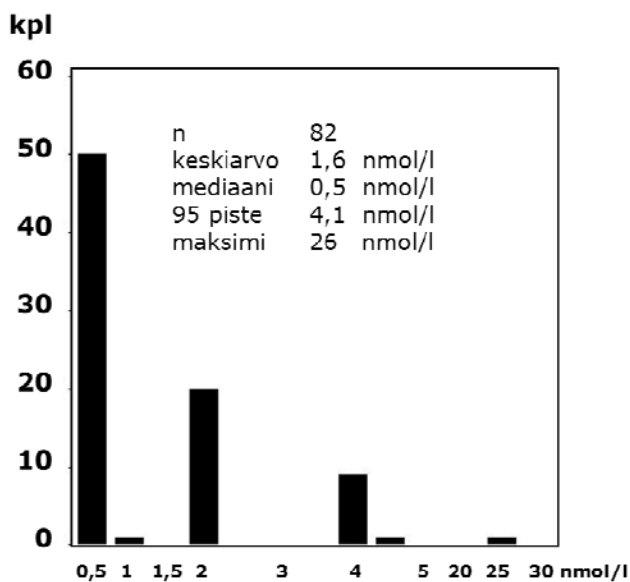
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	82
Henkilöiden lukumäärä	80
naiset	15
miehet	65
Työpaikkojen lukumäärä	18
Työpaikkatieto puuttuu	28

Työperäistä elohopea-altistumista mitataan veren epäorgaanisena elohopeana. Orgaaninen, mm. ravinnosta peräisin oleva elohopea määritetään erikseen. Ympäristöperäistä metyylielohopea-altistumista voidaan mitata hiuksista.

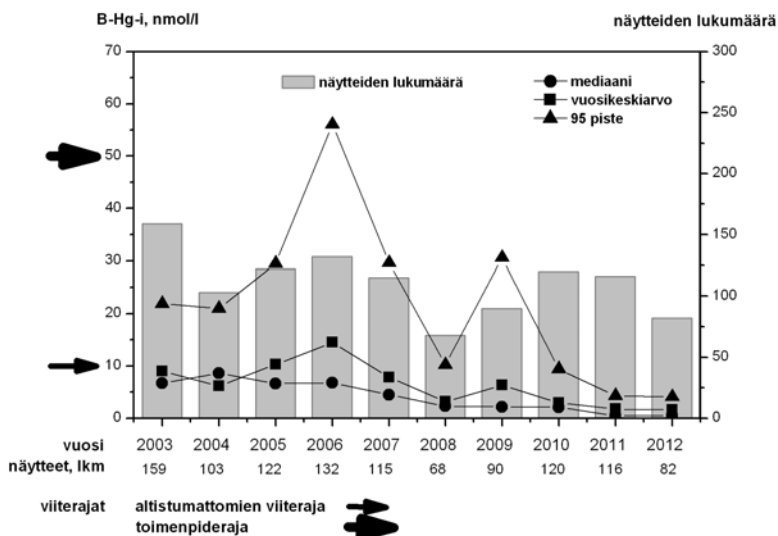
Elohopealle voi altistua jatkuvasti Suomessa noin 200 työntekijää, lähinnä kloorialkaliteollisuudessa. Elohopeaa sisältävien lamppujen ja laitteiden romutuksessa ja elohopean talteenotossa altistuminen voi olla enemmän ajoittaista. Myös teollisuuslaitosten purkutyössä sekä mittarien valmistuksessa ja huollossa voi altistua elohopealle. Muissa töissä altistuminen on vähäistä, mutta laitteiden rikkoutuminen ja vahinkotapaukset voivat aiheuttaa satunnaisesti altistumista.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana elohopealle altistuneiden työntekijöiden määrä on vähentynyt selvästi erityisesti kloorialkaliteollisuudessa. Myös altistumistaso on laskenut lukuun ottamatta yksittäisiä korkeita altistumisia. Energiansäästölamppujen kierrätys lisää altistuvien määriä lamppujen kokoamisessa ja hävittämisessä.

Veren epäorgaanisen elohopeapitoisuuden viiteraja-arvo (toimenpideraja) työviikon lopulla on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).



B-Hg-i, pitoisuusmittausjakauma v. 2012.



Veren epäorgaaninen elohopea vuosina 2003 – 2012.

Virtsan elohopea, U-Hg

Altistumattomien viiteraja	20 nmol/l
Toimenpideraja	140 nmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	20 nmol/l

Altistumattomien viiterajan 20 nmol/l ylityksiä mitattiin 78 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi asennus-, huolto-, korjaus- ja erilaisissa prosessityössä lähinnä kloorialkaliteollisuudessa, siivouksessa ja kaivosteollisuuden valutyössä. Myös hammashoitajalla todettiin arvon ylitys.

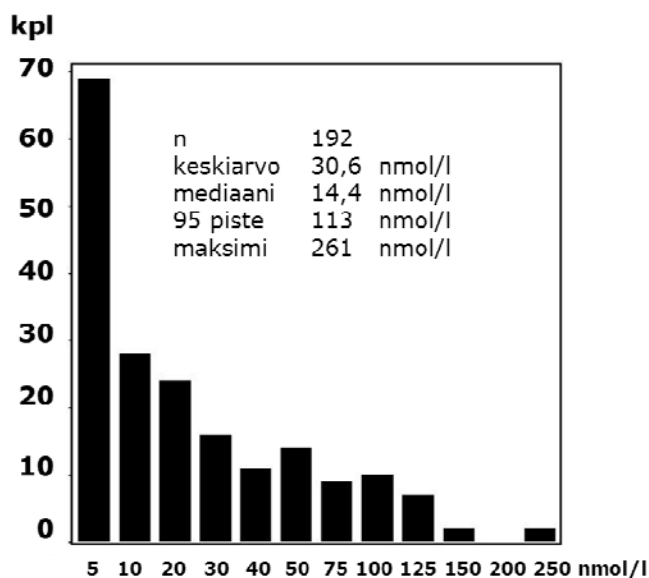
Toimenpiderajan 140 nmol/l ylityksiä oli kolmella henkilöllä, jotka tekivät korjaustöitä kloorialkaliteollisuudessa. Yhdellä heistä ylityksiä oli kaksi kappaletta.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	192
Henkilöiden lukumäärä	136
naiset	31
miehet	105
Työpaikkojen lukumäärä	17
Työpaikkatieto puuttuu	24

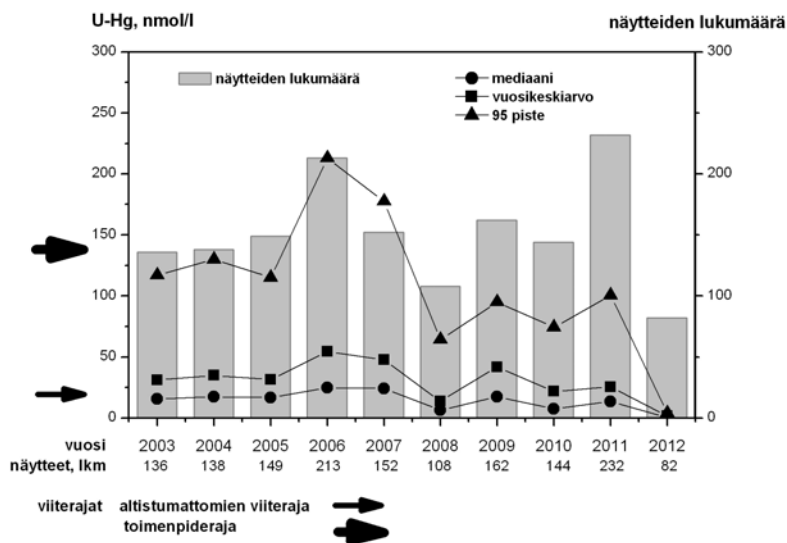
Elohopealle voi altistua jatkuvasti Suomessa noin 200 työntekijää, lähinnä kloorialkaliteollisuudessa. Elohopeaa sisältävien lamppujen ja laitteiden romutuksessa ja elohopean talteenotossa altistuminen voi olla enemmän ajoittaista. Myös teollisuuslaitosten purkutyössä sekä mittarien valmistuksessa ja huollossa voi altistua elohopealle. Muissa töissä altistuminen on vähäistä, mutta laitteiden rikkoutuminen ja vahinkotapaukset voivat aiheuttaa satunnaisesti altistumista.

Virtsan elohopeamittauksissa pitoisuustasot ovat keskimäärin muuttuneet samansuuntaisesti kuin veren elohopeamittausten pitoisuustasot. Viimeisen neljän vuoden aikana 95 % pitoisuuksista on pysynyt toimenpiderajan alapuolella. Virtsan elohopea kuvaa pitkäaikais- tai kokonaiselohopea-altistumista.

Virtsan elohopeapitoisuuden viiteraja-arvo (toimenpideraja) työpäivän jälkeisenä aamuna on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).



U-Hg, pitoisuusmittausjakauma v. 2012.



Virtsan elohopea vuosina 2003 – 2012.

Fenoli

Jouni Mikkola

Virtsan fenoli, U-Fenol

Altistumattomien viiteraja	0,15 mmol/l
Toimenpideraja	1,3 mmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,15 mmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 31 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. hartsaajilla esilatojilla, latojilla, impregnoinnissa, koneenhoitajilla, ladontakoneenkäyttäjillä ja puristintyössä.

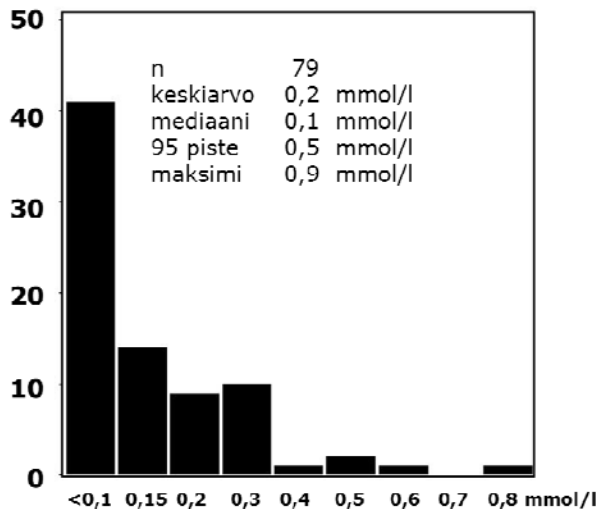
Toimenpiderajan ylityksiä ei todettu.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	79
Henkilöiden lukumäärä	53
naiset	15
miehet	38
Työpaikkojen lukumäärä	9
Työpaikkatieto puuttuu	4

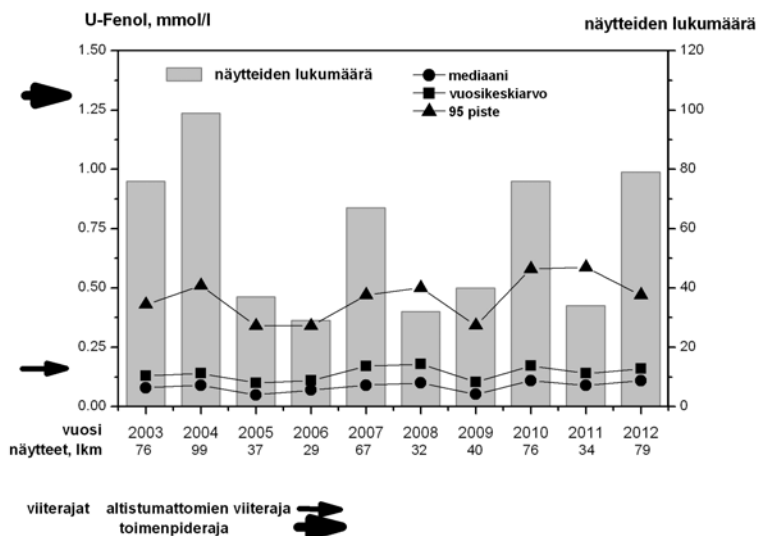
Korkeimmat fenolipitoisuudet mitataan yleensä ihoaltistumisessa. Keskimääräinen altistuminen on pysynyt altistumattomien viiterajan tuntumassa viime vuosina. Etenkin fenoli-roiskeille altistuttaessa on kuitenkin todettu yksittäisiä korkeita pitoisuuksia. Toimenpiderajan ylityksiä mitataan kuitenkin harvoin. Näytteiden lukumäärä on vaihdellut merkittävästi vuosittain.

Virtsan fenolipitoisuuden viiteraja-arvo (toimenpideraja) työvuoron päätyttyä on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).

kpl



U-Fenol, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan fenoli vuosina 2003 – 2012.

Hiilimonoksidi (häkä), dikloorimetaani, metyleenikloridi

Jouni Mikkola

Hemoglobiinin häkähemoglobiini, B-Hb-CO

Altistumattomien viiteraja	0,015 (=1,5 %)
Toimenpideraja	0,050 (=5,0 %)
Toimenpideraja raskauden aikana	0,020 häkäaltistumisessa ja 0,015 dikloorimetaanialtistumisessa

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 63 kpl. Dikloorimetaanille altistumista ei altistuneiden joukosta ollut todettavissa.

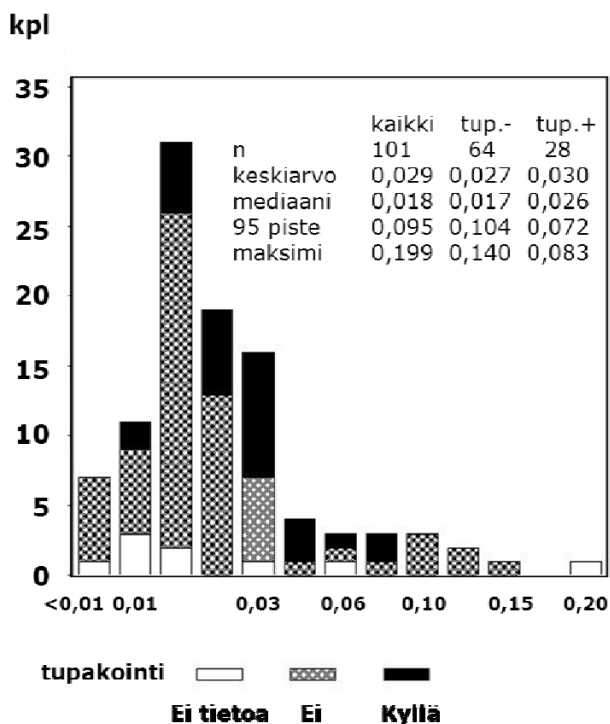
Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. autokatsastuksessa, kunnossapitotyössä, säiliötyössä ja valimotyössä (kaavaaja, valaja).

Toimenpideraja ylittyi 13 henkilöllä mm. palosaneeraustyössä ja valimoissa (kaavaaja, keernantekijä, valaja).

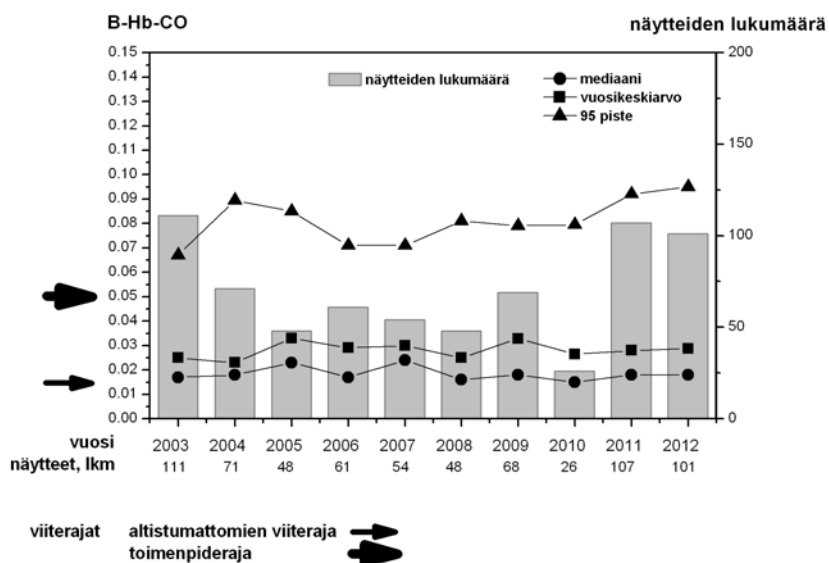
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	101
Henkilöiden lukumäärä	91
naiset	8
miehet	83
Tupakointi	
tupakoivat	28
ei tupakoivat	64
ei tietoa tupakoinnista	9
Työpaikkojen lukumäärä	14
Työpaikkatieto puuttuu	9

Häkäaltistuminen on jatkunut merkittävänä vuodesta toiseen. Toimenpiderajan ylityksiä todetaan vuosittain. Toimenpiderajan ylittävien näytteiden osuus oli vuonna 2009 28 %, vuonna 2010 23 %, vuonna 2011 15 % ja vuonna 2012 13 %.

Yksittäisten korkeiden altistumisten määrä on kasvanut muutaman viime vuoden aikana.



B-Hb-CO pitoisuusjakauma v. 2012.



Hemoglobiinin häkähemoglobiini vuosina 2003 – 2012.

Kadmium

Mirja Kiilunen

Veren kadmium, B-Cd

Altistumattomien viiteraja	5 nmol/l tupakoimattomat 18 nmol/l tupakoivat
Toimenpideraja	50 nmol/l
Raskauden aikana ei saa altistua kadmiumille.	

Altistumattomien viiterajan 5 nmol/l ylityksiä mitattiin 161 kpl, joista 20 kpl oli tupakoimattomilta ja 40 kpl tupakointitieto puutui. Tupakoijien viiterajan 18 nmol/l ylityksiä oli 64 kpl ja näistä kuusi oli tupakoimattomilta ja 50 tupakoivilta. Puuttuva tupakointitieto oli 8 näytteessä. Tupakoimattomista 88 näytteen pitoisuus jäi alle 5 nmol/l.

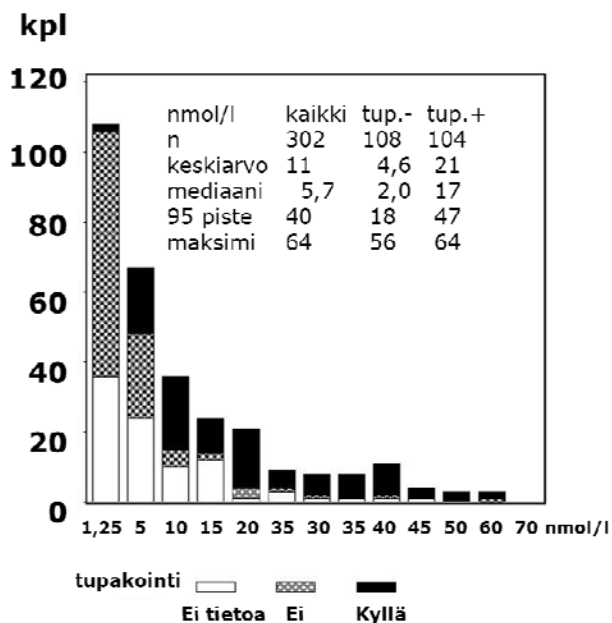
Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asennustyössä, autonkorjauksessa ja koneenkuljetuksessa, huoltotyössä, koneiden käytössä ja huollossa, koneistuksessa, lasinpuhalluksessa ja lasimassan valmistuksessa, muurauksessa, ongelmajätteiden käsittelyssä ja ongelmajätelaitoksen töissä, sorvauksessa, valimotyössä (siistijä, sulattajat, valajat) ja erilaisissa työnojohto ja toimistotehtävissä.

Toimenpideraja ylityksiä oli kolmella eri henkilöllä, jotka työskentelivät lasimängin valmistuksessa, ongelmajätelaitoksella ja kemikaalien valmistuksessa jäteveden puhdistamolla. Lasimängin valmistaja ei tupakoinut, mutta kaksi muuta olivat tupakoitsijoita.

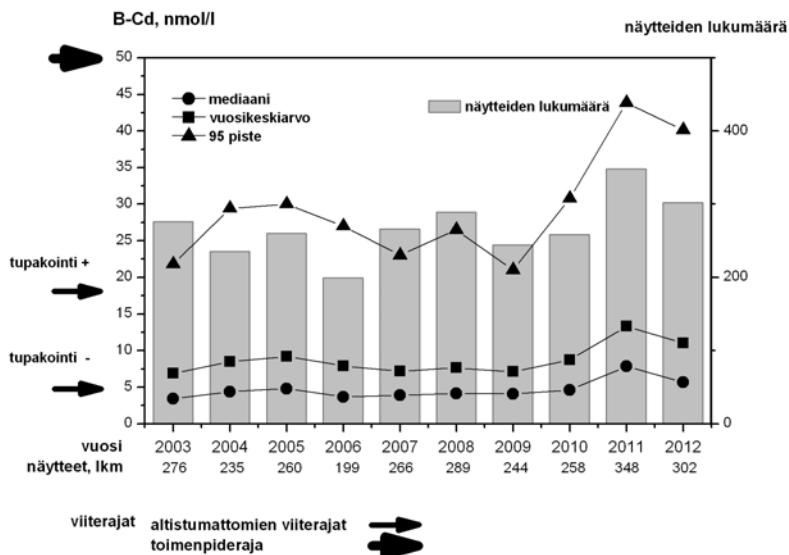
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	302
Henkilöiden lukumäärä	276
naiset	26
miehet	252
Tupakointi	
tupakoivat	104
ei tupakoivat	108
ei tietoa tupakoinnista	90
Työpaikkojen lukumäärä	36
Työpaikkatieto puuttuu	43

Kadmiumille altistuu Suomessa noin 1300 henkilöä.

Altistuneista tupakoijilla oli selkeästi korkeimmat pitoisuudet. Keskimääräinen altistumistaso on lähtenyt nousuun viime vuosina ja yksittäisten korkeiden altistumisten määrä on lisääntynyt. Vuonna 2012 nousu taittui.



B-Cd pitoisuusjakauma v. 2012.



Veren kadmium vuosina 2003 – 2012.

Virtsan kadmium, U-Cd

Altistumattomien viiteraja	5 nmol/l tupakoimattomat 10 nmol/l tupakoivat
Toimenpideraja	40 nmol/l
Raskauden aikana ei saa altistua kadmiumille.	

Altistumattomien viiterajan 5 nmol/l (tupakoimattomat) ylityksiä mitattiin 54 kpl, joista seitsemän oli tupakoimattomilta ja 29 tupakoivilta. Tupakoivien viiteraja 10 nmol/l ylittyi 25 näytteessä, joista oli 14 tupakoimattomilta ja kahdeksan tupakoivilta henkilöiltä. Kahden henkilön tupakointitieto puuttui.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. hionta - ja juotostyössä, hiekkapuhalluksessa, koneistuksessa, eri tehtävissä metallituotteiden ja metallien valmistuksessa (esim. valussa), lasimassan valmistuksessa ja lasinpuhalluksessa, pintakäsittelyssä ja toimistotyössä.

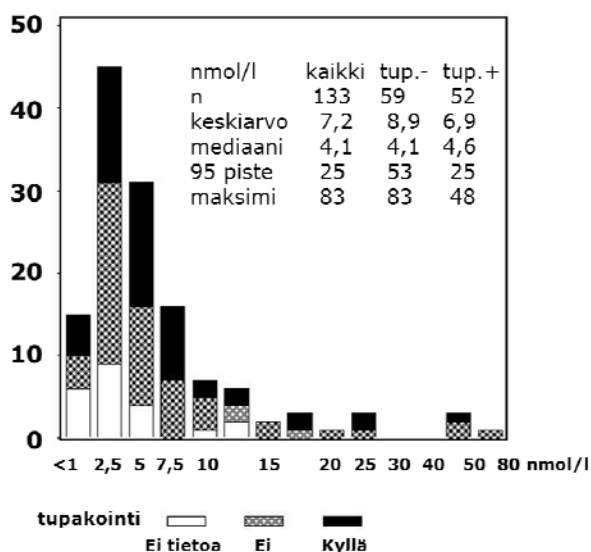
Toimenpideraja ylittyi neljällä henkilöllä, joista kaksi sulatti lasimassaa, yksi kova-juotti ja neljäs siivosi ongelmajätteiden käsittelyssä.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	133
Henkilöiden lukumäärä	127
naiset	9
miehet	118
Tupakointi	
tupakoivat	52
ei tupakoivat	59
ei tietoa tupakoinnista	22
Työpaikkojen lukumäärä	28
Työpaikkatieto puuttuu	18

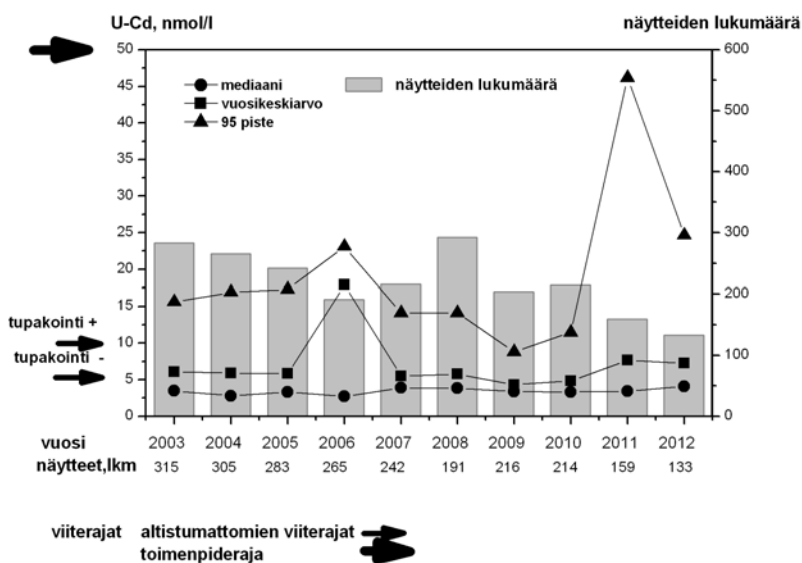
Kadmiumille altistuu Suomessa noin 1300 henkilöä.

Tupakoivilla työntekijöillä oli keskimäärin korkeimmat virtsan kadmiumpitoisuudet. Keskimääräinen altistumistaso on pysynyt vakaana, vaikka yksittäiset korkeat altistumiset ovat lisääntyneet.

kpl



U-Cd pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan kadmium vuosina 2003 – 2012.

Veren kadmium, B-Cd, ja virtsan kadmium, U-Cd

B-Cd

Altistumattomien viiteraja 5 nmol/l tupakoimattomat
18 nmol/l tupakoivat

Toimenpideraja 50 nmol/l

Raskauden aikana ei saa altistua kadmiumille.

U-Cd

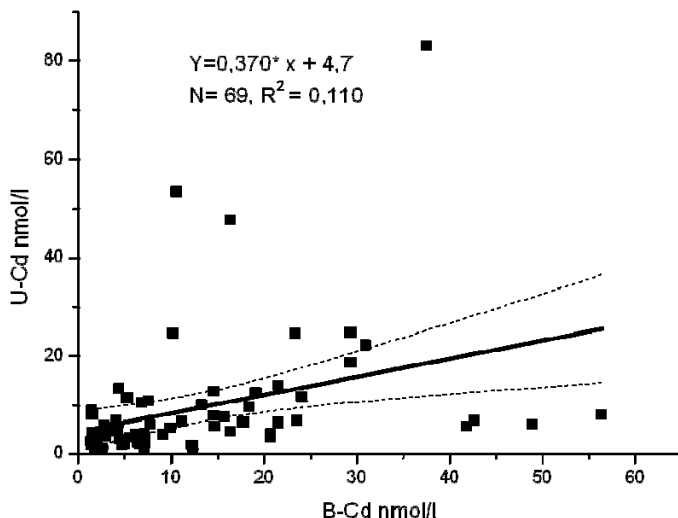
Altistumattomien viiteraja 5 nmol/l tupakoimattomat
10 nmol/l tupakoivat

Toimenpideraja 40 nmol/l

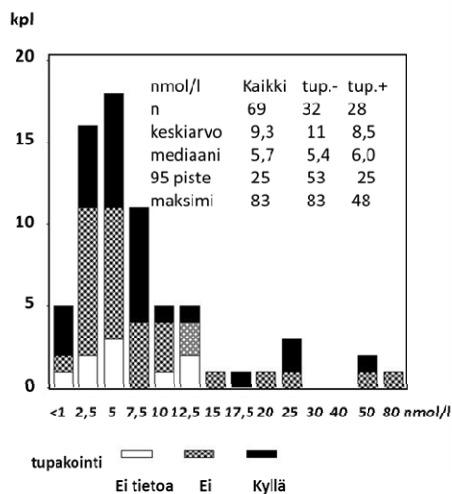
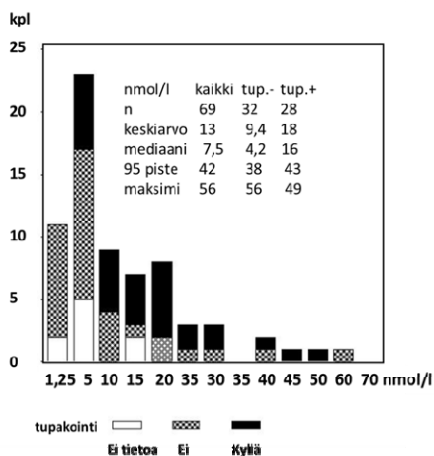
Raskauden aikana ei saa altistua kadmiumille.

Veren ja virtsan kadmium-mittaus suoritettiin samanaikaisesti 69 henkilöstä. Taulukkoon on koottu näiden henkilöiden keskimääräiset kadmiumpitoisuudet veressä ja virtsassa. Keskimääräisesti kadmiumpitoisuudet tässä ryhmässä olivat hieman korkeammat kuin kaikkien kadmiumaltistumisen selvittämiseksi tutkittujen henkilöiden. Myös altistumistaso on keskimääräisesti noussut viimevuodesta. Veren kadmiumpitoisuudella ei voida varmasti arvioida virtsan kadmiumpitoisuutta. Veren kadmium kuvaa enemmän lähiaikoina tapahtunutta altistumista, ja virtsan kadmiumpitoisuus kertoo munuaisten kadmiumkuormasta. Veren kadmiumpitoisuudet nousevat selkeästi aiemmin ja altistuminen näkyy virtsassa vasta viiveellä.

	N	mediaani	keskiarvo	95 piste	maksimi
B-Cd	69	7.52	12.5639	41.75	56.34
Tupakoimattomat	32	4.16	9.4259	37.51	56.34
Tupakoivat	28	16.02	18.0954	42.66	48.82
U-Cd	69	5.682	9.32683	24.72	83.24
Tupakoimattomat	32	5.4425	10.8930	53.39	83.24
Tupakoivat	28	5.9270	8.5643	24.72	47.75



Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien välinen yhteys samaan aikaan otetuissa näytteissä.



B-Cd ja U-Cd, pitoisuusmittausten jakaumat 2012.

Koboltti

Mirja Kiilunen

Virtsan koboltti, U-Co

Altistumattomien viiteraja 25 nmol/l*

Toimenpideraja 130 nmol/l*

Raskauden aikana ei saa altistua koboltille.

* Virtsan koboltin altistumattomien viiteraja 1.4.2012 alkaen 25 nmol/l ja toimenpideraja 130 nmol/l.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 189 kpl. Näistä oli 83 tupakoimatonta ja 51 tupakoivia.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asentajilla, hiojilla, hitsaajilla, juottajilla, laitos- ja kunnossapitomiehillä, koneistajilla, kovametallityöntekijöillä (esim. terämiehet), metalliruisuttajilla, eri työtehtävissä koboltin puhdistuksessa ja kobolttituotteiden valmistuksessa työskentelevillä, pinnoittajilla, prässäajilla, putkiasentajilla, siivoojilla ja työnjohtajilla.

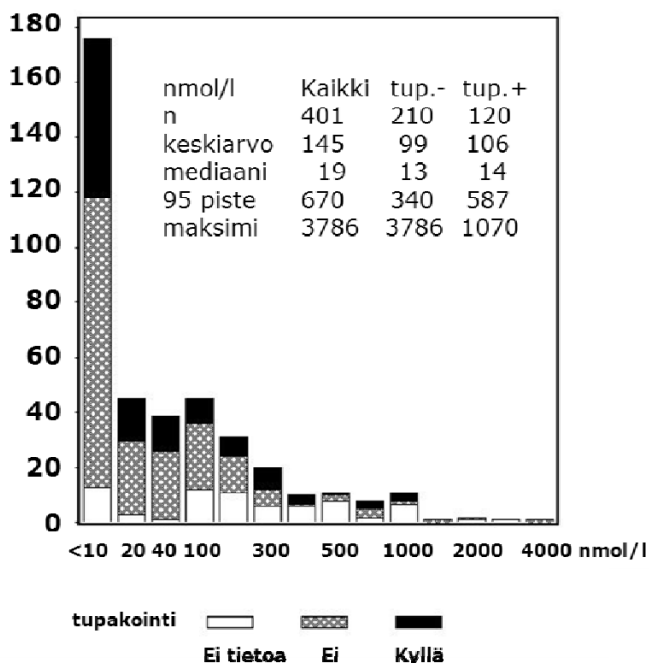
Toimenpideraja ylittyi 106 näytteessä 98 henkilöllä (naisia kolme, miehiä 95) asennus- ja hitsaustyössä, kovametallitoissa, korjaus- ja kunnossapitotyössä, pinnoituksessa ja metalliruisutuksessa ja eri tehtävissä koboltin puhdistuksessa ja kobolttituotteiden valmistuksessa. Myös työnjohtajilla ylittyi 130 nmol/l pitoisuus.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	401
Henkilöiden lukumäärä	369
naiset	32
miehet	337
Tupakointi	
tupakoivat	120
ei tupakoivat	210
ei tietoa tupakoinnista	71
Työpaikkojen lukumäärä	64
Työpaikkatieto puuttuu	12

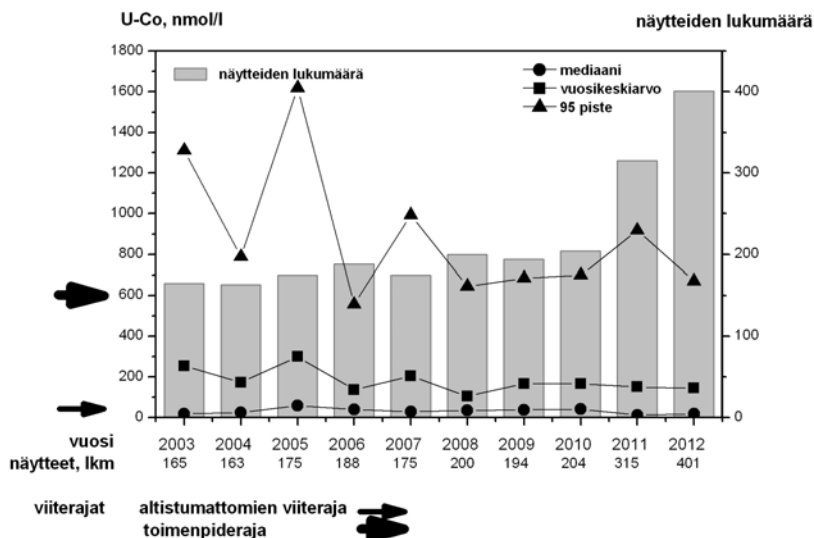
Koboltille altistuu Suomessa työperäisesti noin 1500 henkilöä.

Suuria kobolttialtistumisia esiintyy edelleen koboltin ja sen suolojen kanssa työskentelevillä erilaisissa töissä. Myös terähiojat ja kovametallin kanssa työskentelevät altistuvat selvästi. Suurin mitattupitoisuus oli prosessinhoitajalla 3786 nmol/l. Tupakan savussa esiintyy kobolttia, mutta tupakoivilla työntekijöillä ei voida havaita ryhmänä korkeampia pitoisuuksia kuin tupakoimattomilla. Tekonivelistä vapautuvan koboltin määrittämiseen käytetään ensisijaisesti verta. Myös virtsanäytteessä voidaan havaita koholla olevia arvoja.

Kpl



U-Co pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan koboltti vuosina 2003 – 2012.

Kromi

Mirja Kiilunen

Virtsan kromi, U-Cr

Altistumattomien viiteraja 0,01 µmol/l

Tavoitetaso 0,01 µmol/l

Raskauden aikana ei saa altistua kromille.

Altistumattomien viiterajan ja tavoitetason ylityksiä mitattiin 920 kpl, joka on 55 % kaikista mittauksista.

Tavoitetason ylityksiä havaittiin useilla eri toimialoilla metalliteollisuuden eri tehtävissä: erilaiset asennustyöt, eristystyöt, hiillostus, hionta, hitsaus, huolto, kaasus-, laser-, plasma- ja polttoleikkaus, kalvanointi, kokoonpano, koneenhoito, koneistus, kromaus ja pintakäsittely, laboratoriotyöt, laitoshuolto ja kunnossapito, laitossiivo-us, pelti- ja levysepän työt, lämpökäsittely, maalaus, metallityöt, metalliruiskutus, nosturinkuljetus, pakkaustyöt, peittäus, poraustyöt, siivous, sorvaustyöt, sulatus- ja valimotyöt, työnjohdon työt.

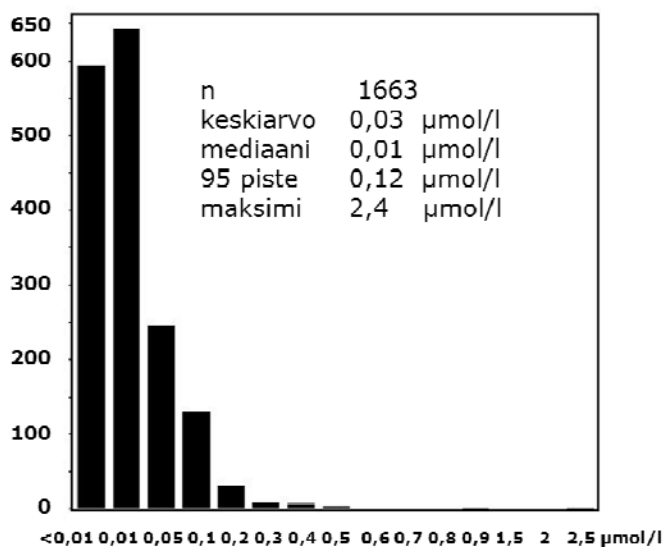
Korkeimmat mitatut pitoisuudet olivat hitsaajilla, 0,51 µmol/l, 0,50 µmol/l ja 0,47 µmol/l. Pintakäsittelijöistä 19 mitattiin yli 0,10 µmol/l pitoisuus ja kahdella henkilöllä näistä ylittyi 0,4 µmol/l taso.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	1663
Henkilöiden lukumäärä	1588
naiset	73
miehet	1515
Työpaikkojen lukumäärä	344
Työpaikkatieto puuttuu	196

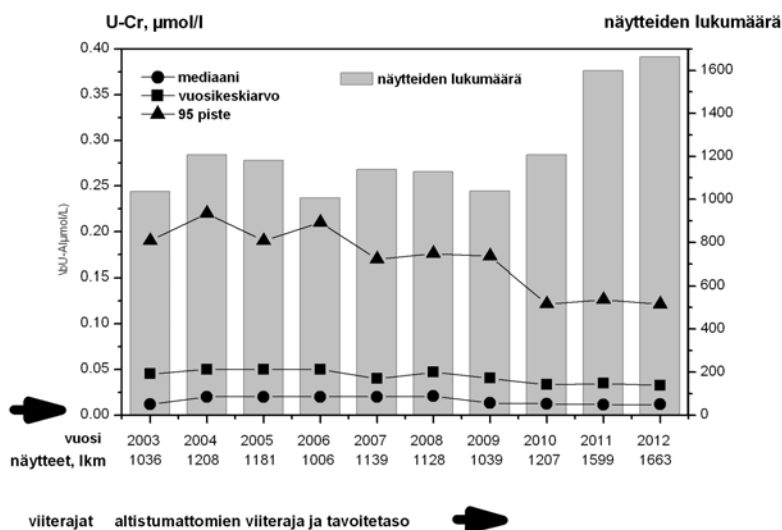
Kromille altistuu Suomessa noin 27 000 henkilöä.

Keskimääräiset pitoisuudet ovat pysyneet vakiollisina viime vuodet ja aiemmin todettu pitoisuuksien lasku on taittunut. Kuitenkin yksittäisiä korkeita pitoisuuksia esiintyy, mutta 0,30 µmol/l ylityksiä oli vain 13 kpl. Tavoitetason asettaminen on myös ohjannut tarkem-paan altistumisen seurantaan.

Kpl



U-Cr pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan kromi vuosina 2003 – 2012.

Ksyleeni

Jouni Mikkola

Virtsan metyylihippuurihappo, U-MetHipp

Altistumattomien viiteraja	0,2 mmol/l
Toimenpideraja	5 mmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,7 mmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 37 kpl mm. maalauksessa, jauhe-, pulveri- ja ruiskumaalareilla, lakkaajilla, hiekkapuhalluksessa ja pintakäsittelyssä.

Toimenpideraja ylittyi yhdellä henkilöllä maalaustyössä.

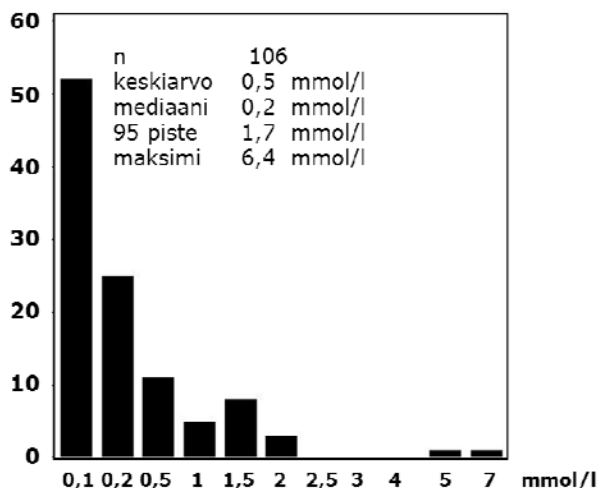
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	106
Henkilöiden lukumäärä	105
naiset	13
miehet	92
Työpaikkojen lukumäärä	44
Työpaikkatieto puuttuu	15

Ksyleenille altistuvien työntekijöiden määrä on vähenemässä viime vuosien palvelunäytteiden lukumäärän mukaan arvioituna. Altistumistaso on myös jonkin verran laskenut viime vuosina. Vuonna 2006 altistumattomien viiterajan ylitysten suhteellinen osuus näytemäärästä oli yli 63 % ja v. 2007 yli 56 %. Vuosina 2008 - 2012 altistumattomien viiterajan ylitysten suhteellinen osuus näytemäärään nähden on vaihdellut vuositasolla 28 – 44 % välillä, mutta vastaavaa vuosittain laskevaa trendiä ei ole havaittavissa. Yksittäisiä korkeita altistumisia mitataan vuosittain, mutta suunta on vähenevä.

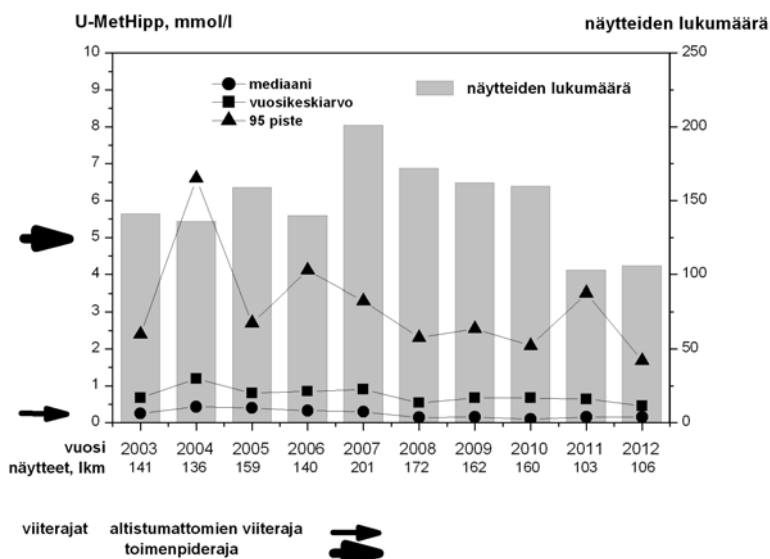
Ksyleeni on haihtuva liuotinaine, joten altistuminen tapahtuu pääsääntöisesti hengitysteitse. Siitä huolimatta joissakin tapauksissa, kuten maalaustyössä ja pintakäsittelyssä, ihoaltistuminen voi olla merkittävää.

Virtsan metyylihippuurihapon viiteraja-arvo (toimenpideraja) työvuoron päätyttyä on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).

Kpl



U-MetHipp pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan metyylihippuurihappo vuosina 2003 – 2012.

Lyijy

Mirja Kiilunen

Veren lyijy, B-Pb

Altistumattomien viiteraja	0,09	µmol/l
Toimenpideraja	1,4	µmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,09	µmol/l

Altistumattomien viiterajan 0,09 µmol/l ylityksiä mitattiin 360 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. ammunassa (esim. poliisit), asesevän työssä, asennus- ja mekaanikon työssä, elektroniikkatyössä, hionnassa ja hitsauksessa, huolto- ja kunnossapidossa, juotostyössä, jätteen ja saastuneen maan käsittelyssä ja siirrossa, kokoonpanossa, koneistuksessa, koneenkuljetuksessa, laboratoriotyössä, lasinpuhalluksessa, lyijytyössä, maanrakennustyössä, muottien valussa, muurauksessa, ongelmajätteen käsittelyssä, painotyössä, peltisevän työssä, pinnoituksessa ja pintakäsittelyssä, polttoleikkauksessa, purkutyössä, putkiasennuksessa, rakennus- ja purkutyössä, rikasteen käsittelyssä, sahauksessa, siivouksessa, sinkityksessä, tuhkan poistossa, valimotyössä (sorvarit, sulattajat, valajat, muut työtekijät) sekä työnjohtotehtävissä.

Toimenpideraja ylittyi 15 näytteessä, 11 henkilöllä hitsaustyössä, koneistuksessa ja valimotyössä. Kahden henkilön työtehtävä oli tuntematon.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	630
Henkilöiden lukumäärä	574
naiset	76
miehet	498
Työpaikkojen lukumäärä	93
Työpaikkatieto puuttuu	149

Valtioneuvoston päätöksessä lyijytyöstä (1154/1993) työntekijää, jonka veren lyijypitoisuus ylittää 2,4 µmol/l, ei saa käyttää työssä, jossa altistutaan lyijylle. Jos työpaikalla yhdenkin työntekijän veren lyijypitoisuus ylittää 1,9 µmol/l, työnantajan tulee kiinnittää erityistä huomiota lyijyn mahdollisesti aiheuttamiin terveyshaittoihin.

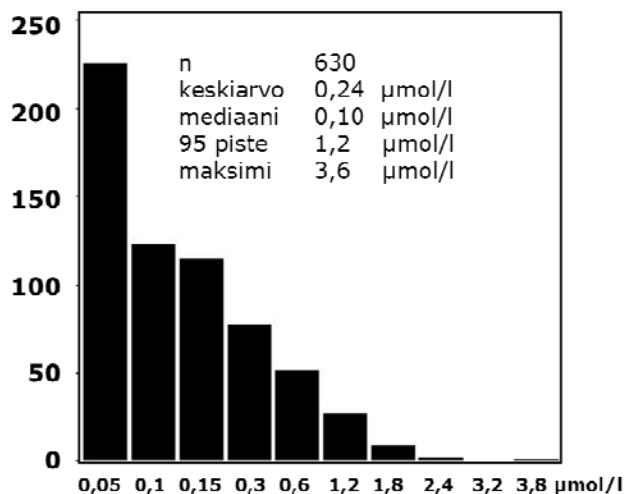
Toimenpideraja 1,4 µmol/l perustuu sosiaali- ja terveysministeriön lyijylle ja sen epäorgaanisille yhdisteille asettamaan biologisten näytteiden viiteraja-arvoon (STM asetus 1213/2011).

Valtioneuvoston asetuksen 1335/2004 mukaan lyijyn ja sen johdannaisen voidaan arvioida vaarantavan äidin tai sikiön terveyden. Täten niille ei tule altistua raskauden aikana eli veren lyijypitoisuus ei saa ylittää altistumattomien viiterajaa 0,09 µmol/l.

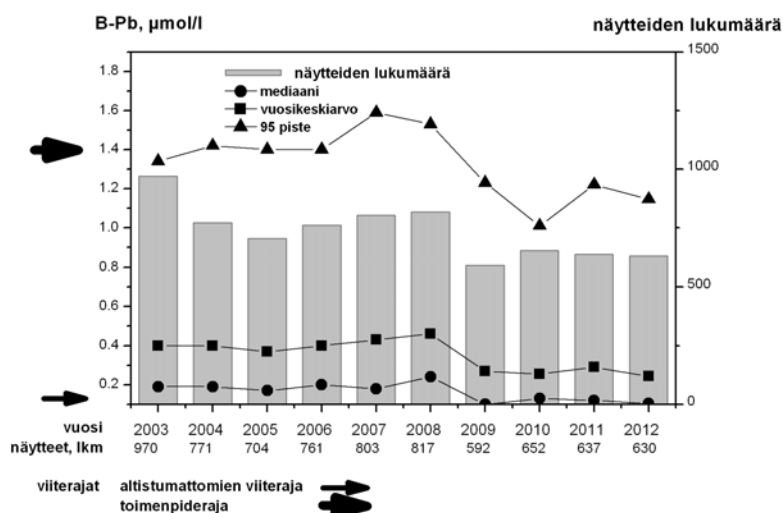
Lyijylle altistuu Suomessa noin 4500 työntekijää. Altistuneiden määrä on vähentynyt merkittävästi viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Voimakkaimmin altistuneita ovat sulatto- ja valimotyöntekijät.

Kpl



B-Pb, pitoisuusjakauma v. 2012.



Veren lyijy vuosina 2003 – 2012.

Virtsan lyijy, U-Pb

Altistumattomien viiteraja	0,008 µmol/l *
Toimenpideraja	0,1 µmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,008 µmol/l *
* Altistumattomien viiteraja 1.4.2012 alkaen 0,008 µmol/l.	

Altistumattomien viiterajan 0,008 µmol/l ylityksiä mitattiin 3 kpl.

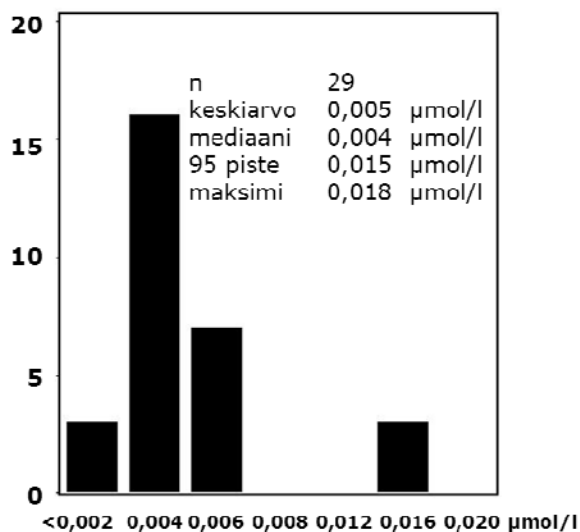
Altistumattomien viiteraja ylittyi automaalarilla ja ympäristön puhdistusprosesseissa työskentelevällä. Yhden työtehtävä oli tuntematon.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	29
Henkilöiden lukumäärä	27
naiset	1
miehet	26
Työpaikkojen lukumäärä	6
Työpaikkatieto puuttuu	13

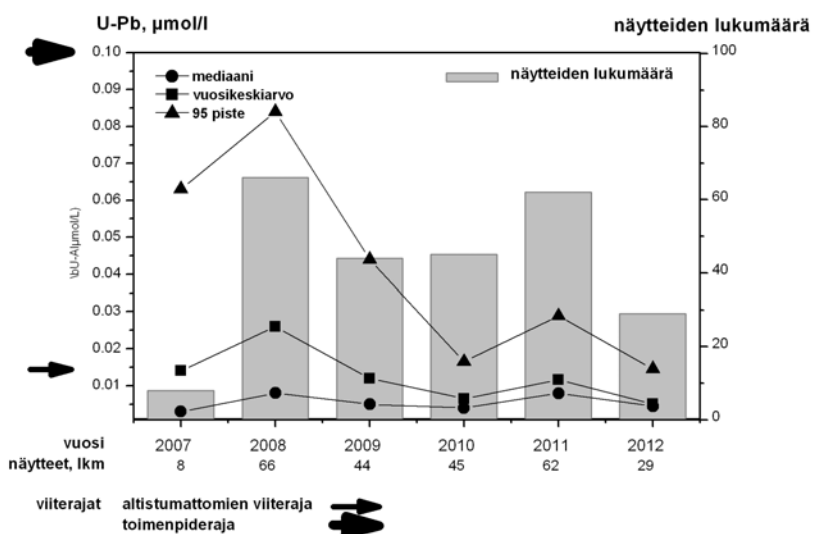
Lyijylle altistuu Suomessa noin 4500 työntekijää.

Virtsan lyijymittaus soveltuu ensisijaisesti orgaanisten alkyylilyijy-yhdisteiden altistumisen arviointiin. Orgaanisia alkyylilyhdisteitä tavataan suuremmassa määrin vanhojen bensin-säiliöiden saneerauksessa ja saastuneissa maamassoissa. Orgaanisia lyijy-yhdisteitä voidaan käyttää myös elektroniikkateollisuudessa. Muun lyijyaltistumisen seurantaan käytetään veren lyijytason mittausta.

Kpl



U-Pb, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan lyijy vuosina 2007 – 2012.

Mangaani

Mirja Kiilunen

Virtsan mangaani, U-Mn

Altistumattomien viiteraja

10 nmol/l *

Toimenpideraja

ei ole asetettu

Mangaaniteräksen hitsauksessa ja alkaliparistojen tuotannossa työntekijöiden keskimääräiset mangaanipitoisuudet ovat olleet alle 50 nmol/l.

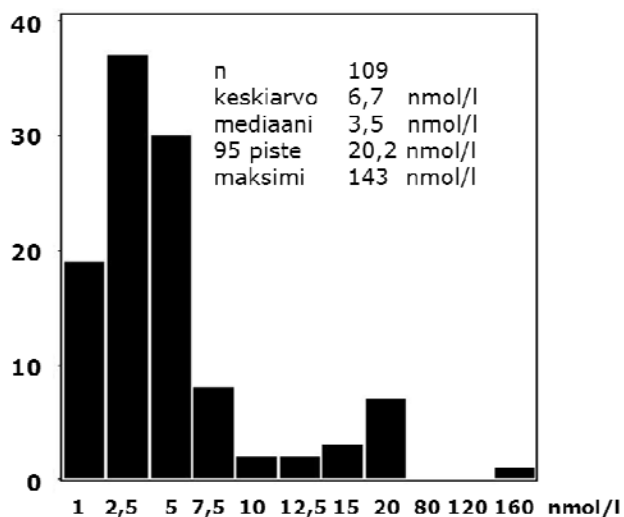
* Altistumattomien viiteraja 1.4.2012 alkaen 10 nmol/l.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 14 kpl hitsaajalla, käyttöönottajalla, malminkäsittelijällä, nosturinkuljettajalla, puhdistajalla, sorvaajalla ja työnjohtajalla. Kolmen henkilön työtehtävä oli tuntematon. Toimenpiderajan ylitys mitattiin sorvaajalta (143 nmol/l).

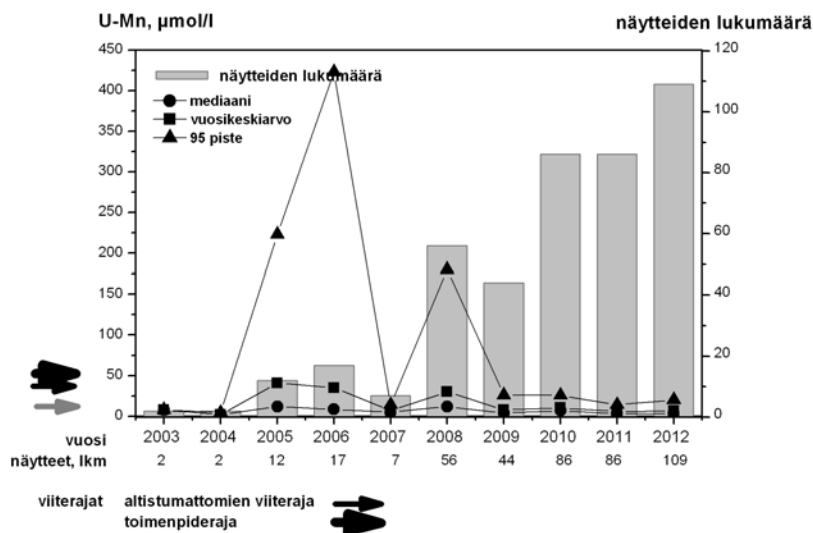
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	109
Henkilöiden lukumäärä	101
naiset	7
miehet	94
Työpaikkojen lukumäärä	11
Työpaikkatieto puuttuu	28

Mangaania on seosyhdisteenä erilaisissa metalliseoksissa. Virtsan mangaani on ryhmätason mittari ja sillä pystytään erottamaan altistumattomien ja altistuneiden henkilöiden ryhmät toisistaan. Suurin mitattu pitoisuus oli kaksinkertainen edellisen vuoden korkeimpaan tasoon.

Kpl



U-Mn, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan mangaani vuosina 2003 – 2012.

Metanoli*, Muurahaishappo

Jouni Mikkola

Virtsan muurahaishappo, U-Formia

Altistumattomien viiteraja	70 mmol/mol kreatiniinia
Toimenpideraja	200 mmol/mol kreatiniinia

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin kuusi kappaletta. Altistumattomien viiteraja ylittyi esilatojilla, impregnoinnissa, puristintyössä ja varastotyöntekijällä.

Toimenpiderajan ylityksiä ei ollut.

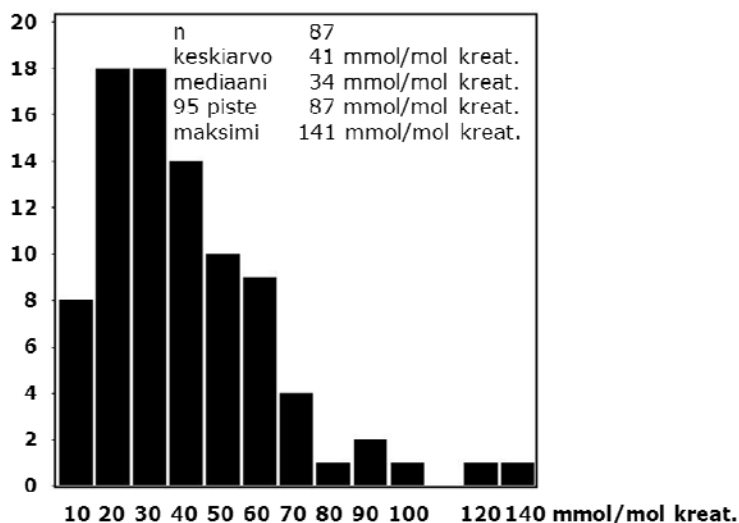
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	87
Henkilöiden lukumäärä	65
naiset	18
miehet	47
Työpaikkojen lukumäärä	10
Työpaikkatieto puuttuu	-

Metanolille ja muurahaishapolle altistuneiden työntekijöiden määrä on pysynyt viime vuosina harvalukuisena. Virtsan muurahaishappomäärityksen altistumattomien viiterajan ylityksiä on mitattu vv. 2008 – 2012 vuosittain 5-10 prosentissa palvelunäytteistä (poikkeuksena 2011, 13 %). Toimenpiderajan ylityksiä ei ole todettu vuoden 2008 jälkeen.

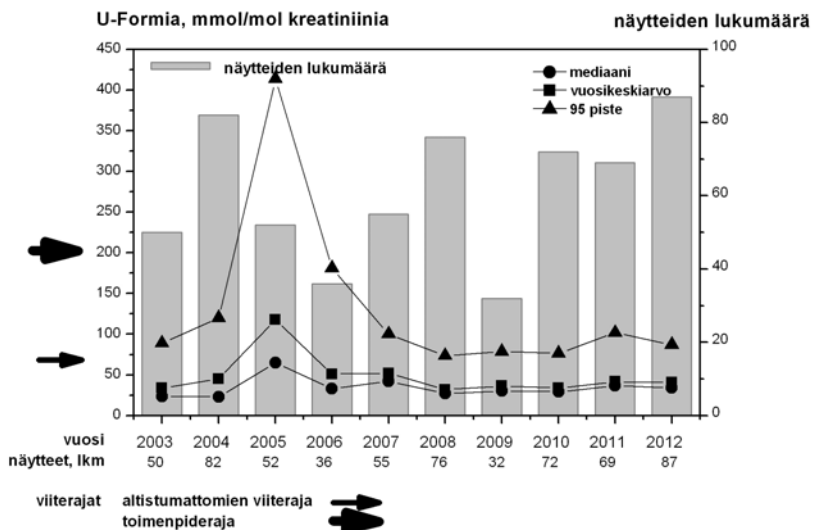
Metanoli imeytyy erittäin hyvin ihon läpi, ja ihon suojaukseen kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Suojakäsineiden sopivuus kannattaa tarkastaa ennen metanolityöhön lähtemistä.

* Työperäisen metanolialtistumisen selvittämiseksi on vuoden 2013 alussa otettu käyttöön uusi biomonitorointimenetelmä (virtsan metanoli, U-MeOH). Menetelmällä pystytään aikaisempaa paremmin arvioimaan metanolialtistumista, varsinkin alhaisilla altistumistasoilla. Virtsan muurahaishappoanalyysiä (U-Formia) käytetään edelleen muurahaishappoaltistumisen arvioimiseksi.

Kpl



U-Formia, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan muurahaishappo vuosina 2003 – 2012.

Naftaleeni ja naftaleenia sisältävät PAH-seokset

Sinikka Vainiotalo

Virtsan naftoli, U-Naftol

Altistumattomien viiteraja	7	µg/l tupakoimattomat *
Toimenpideraja	30	µg/l tupakoivat*
Raskauden aikana ei saa altistua PAH-seoksille.		ei ole asetettu

* Vuonna 2012 siirryttiin virtsan 2- naftolimääritykseen ja käyttämään µg/l laatua.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 48 kpl, mm. kylästäjillä, lento-koneasentajilla, ongelmajätteen käsittelijöillä, pylväsasentajilla sekä bitumieristäjillä ja lämpölaitoksen huoltajilla. Suurimmat yksittäiset pitoisuudet mitattiin pylväsasentajilla ja lentokoneasentajilla.

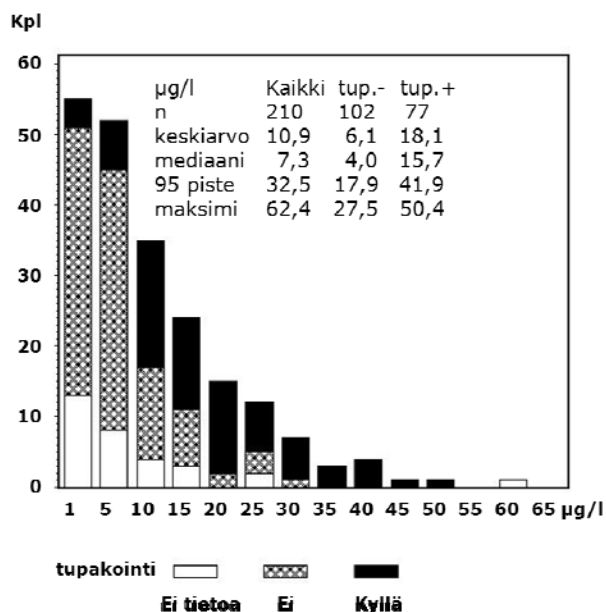
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	210
Henkilöiden lukumäärä	163
naiset	12
miehet	151
Tupakointi	
tupakoivat	77 ^a
ei tupakoivat	102 ^b
ei tietoa tupakoinnista	31 ^c
Työpaikkojen lukumäärä	33
Työpaikkatieto puuttuu	74

^a joista 11 kpl yli viiterajan 30 µg/l

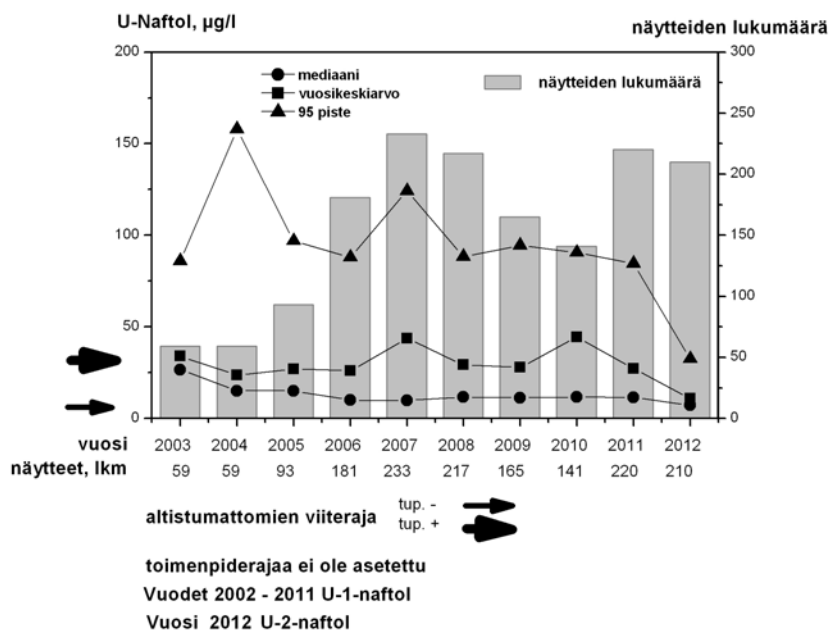
^b joista 26 kpl yli viiterajan 7 µg/l

^c joista 11 kpl yli 7 µg/l

Naftaleeni on merkittävä haihtuva ainesosa PAH-seoksissa, mm. kivihiilitervassa, kreo-soottioljyissä ja asfalttimassoissa.



U-2-Naftol, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan Naftol vuosina 2003 – 2012.

Nikkeli

Mirja Kiilunen

Virtsan nikkeli, U-Ni

Altistumattomien viiteraja 0,05 µmol/l

Tavoitetaso 0,05 µmol/l

Raskauden aikana ei saa altistua nikkelille.

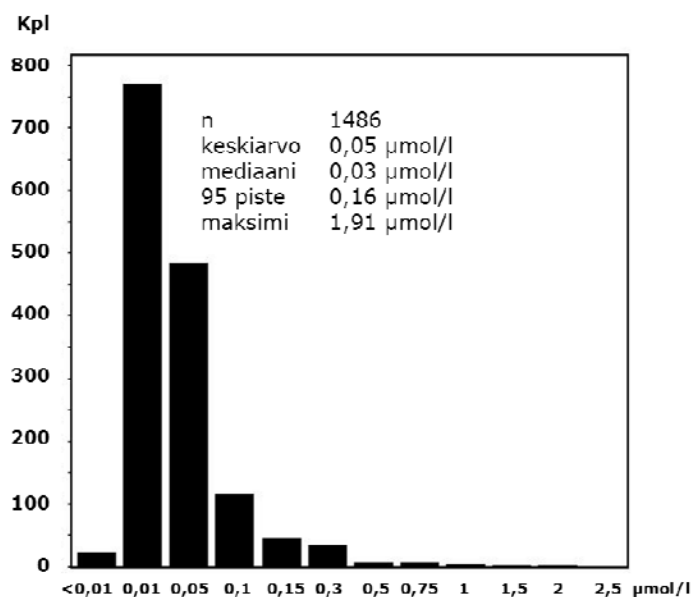
Altistumattomien viiterajan ja tavoitetason ylityksiä mitattiin 354 kpl.

Ylityksiä havaittiin useilla eri toimialoilla metalliteollisuuden eri tehtävissä, mm. asentajilla, elektrolyyttisen nikkelinpuhdistuksen eri tehtävissä, hiojilla, hitsaajilla, huolto- ja laitosmiehillä, kaasu-, plasma- ja polttoleikkaajilla, koneenkorjaajilla ja -käyttäjillä, kuljettajilla, kunnossapidossa työskentelevillä, kromaajilla ja pintakäsittelijöillä, laboranteilla, lajittelijoilla ja pakkaajilla, levysepillä ja levyseppähitsaajilla, lämpökäsittelijöillä, maalareilla, mekaanikoilla, metalliruis-kuttajilla, metallityöntekijöillä, nikkelyöntekijöillä, nuohoojilla, pattereiden kierrättäjillä, pinnoittajilla, porareilla, siivoojilla, sulattotyöntekijöillä, sähköasentajilla, työnjohtajilla, valajilla ja valimotyöntekijöillä, vesilaitos työntekijöillä. Suurin mitattupitoisuus oli yli 11 µmol/l laboratoriotyöntekijällä, joka viittaa näytteen likaantumiseen näytteenotossa. Tämä tulos on jätetty tarkastelujen ulkopuolelle. Yli 1,0 µmol/l pitoisuuksia mitattiin pintakäsittelyssä ja pattereiden lajittelussa.

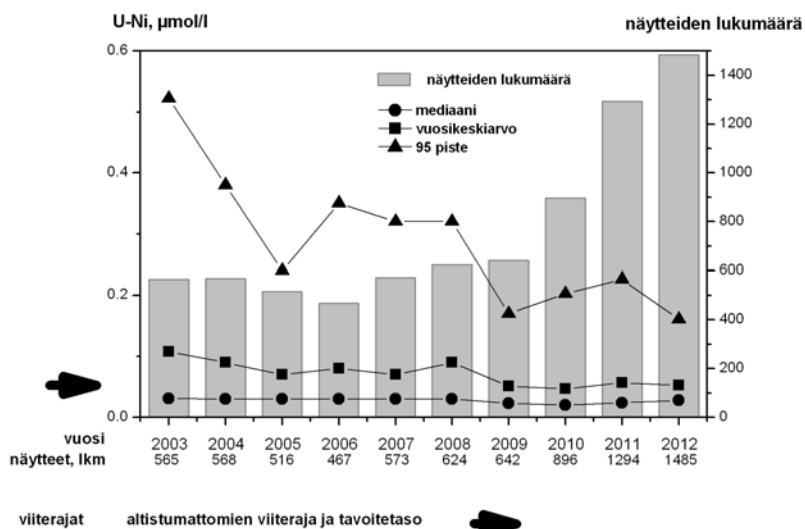
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	1486
Henkilöiden lukumäärä	1410
naiset	84
miehet	1326
Työpaikkojen lukumäärä	235
Työpaikkatieto puuttuu	132

Nikkelille altistuu Suomessa yli 30 000 henkilöä. Suurimmat altistumiset tapahtuvat nikkelimalmin louhinnassa ja erotuksessa, nikkelin puhdistuksessa, hitsauksessa ja erilaisissa puhdistus ja siivoustyössä.

Korkeiden nikkelipitoisuuksien määrä on jälleen kasvanut lisääntyneen kontrollin myötä. Nikkelin puhdistuksessa korkeiden pitoisuuksien määrä on selvästi laskenut viime vuosien aikana.



U-Ni, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan nikkeli vuosina 2003 – 2012.

Polyklooratut bifenyylit

Simo Porras

Paastoseerumin polyklooratut bifenyylit, fS-PCB

Altistumattomien viiteraja PCB-yhdisteiden summa 2 µg/l*

Toimenpideraja ei ole asetettu

Raskauden aikana ei saa altistua PCB:lle.

*Altistumattomien viiteraja oli 31.3.2012 asti 3 µg/l.

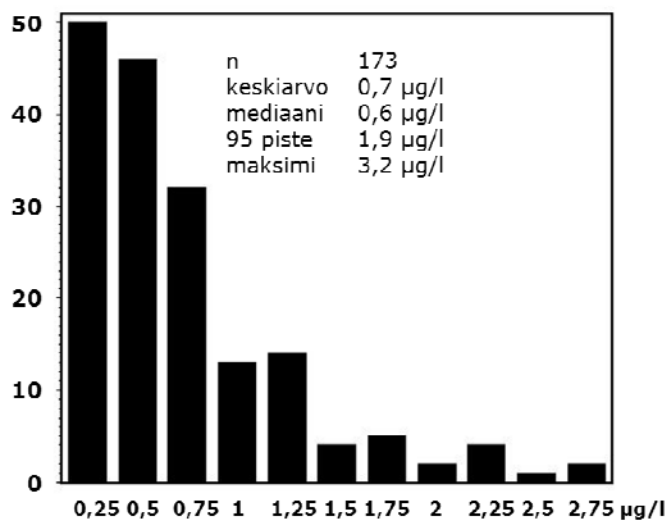
Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 2 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. koneasentajalla.

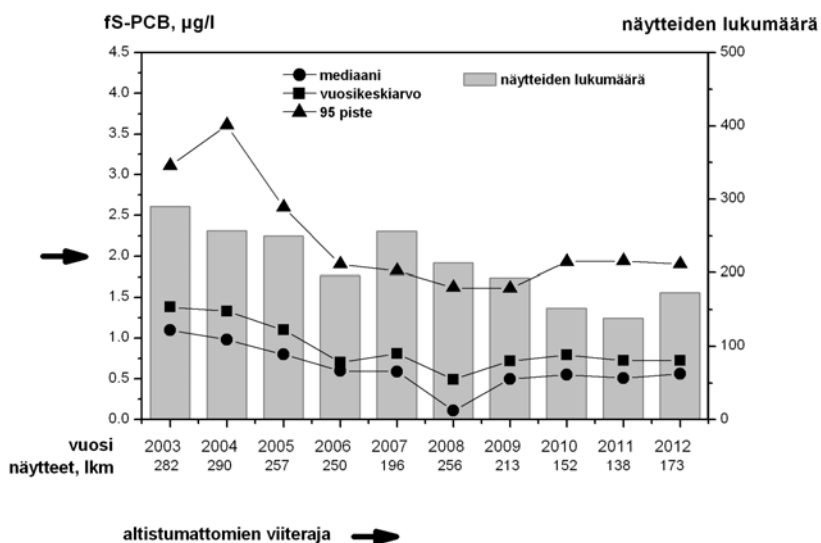
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	173
Henkilöiden lukumäärä	169
naiset	9
miehet	160
Työpaikkojen lukumäärä	10
Työpaikkatieto puuttuu	40

PCB-yhdisteet ovat kemiallisesti pysyviä, kertyvät elimistöön pitkäaikaisessa altistumisessa ja poistuvat hitaasti. Niiden käyttö on kielletty Suomessa vuodesta 1990 lähtien. PCB:lle voi silti altistua mm. ongelmajätteen käsittelyssä, remontoinnissa ja saastuneiden maa-alueiden puhdistuksessa.

Kpl



fS-PCB, pitoisuusjakauma v. 2012.



Paastoseerumin PCB vuosina 2003 – 2012.

Pyreeni ja pyreeniä sisältävät PAH-seokset

Sinikka Vainiotalo

Virtsan 1-pyrenoli, U-Pyr

Altistumattomien viiteraja 0,8 µg/l

Toimenpideraja 2,6 µg/l*

Raskauden aikana ei saa altistua PAH-seoksille.

* Toimenpideraja on asetettu vuonna 2011; v. 2012 siirryttiin käyttämään yksikköä µg/l (aiemmin nmol/l).

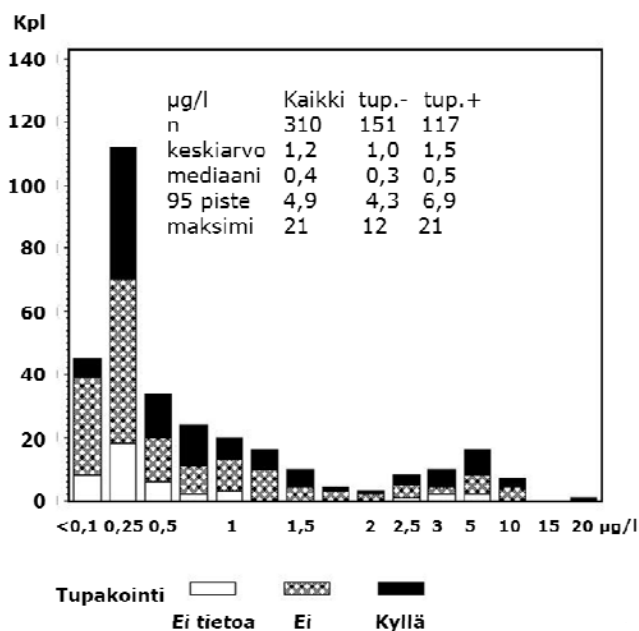
Altistumattomien viiterajan ylityksiä oli 102 kpl. Tämä viiteraja ylittyi mm. johto-asennuksessa kreosootilla kyllästettyihin pylväisiin, kreosoottikyllästyksessä, radan kunnostuksessa ja vaihdetyössä, valimo- ja koksaaмотyössä sekä nuohouksessa, hitsauksessa ja ongelmajätteen käsittelyssä.

Toimenpideraja 2,6 µg/l ylittyi 35 näytteessä. Nämä näytteet olivat pääosin peräisin verkostoasentajilta, kreosoottikyllästäjiltä, rata- ja vaihdetyöntekijöiltä, koksaaмотyöntekijöiltä sekä nuohoojilta.

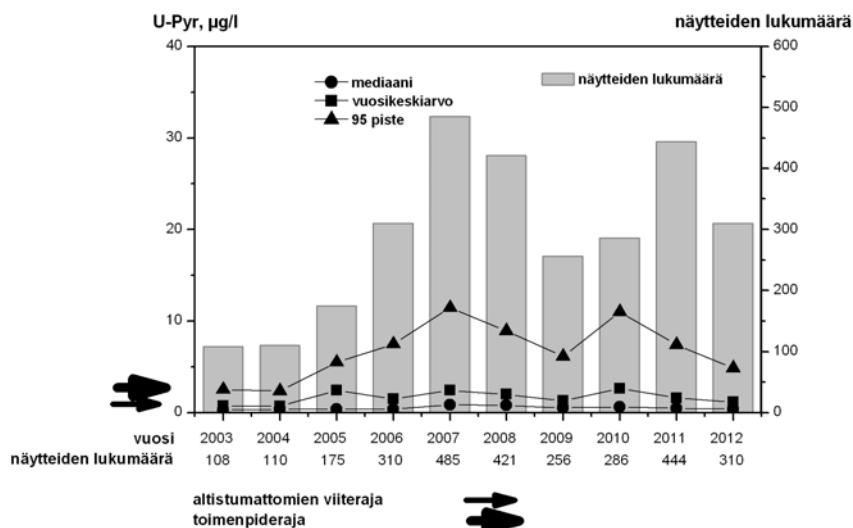
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	310
Henkilöiden lukumäärä	260
naiset	14
miehet	246
Tupakointi	
tupakoivat	117
ei tupakoivat	151
ei tietoa tupakoinnista	42
Työpaikkojen lukumäärä	40
Työpaikkatieto puuttuu	67

Tupakointi lisää virtsan 1-pyrenolipitoisuutta noin 0,2 µg/l.

PAH-yhdisteet imeytyvät elimistöön merkittävästi myös iholta. Suurimmat altistumiset vuonna 2012 aiheutuivat altistumisesta kreosootille ratatyössä sekä koksaaмотyössä ja nuohouksessa.



U-Pyr, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan pyrenoli vuosina 2003 – 2012.

Rikkihiili

Jouni Mikkola

Virtsan 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappo, U-TTCA

Altistumattomien viiteraja 0,3 mmol/mol kreatiniinia

Toimenpideraja 2,0 mmol/mol kreatiniinia

Raskauden aikana ei saa altistua rikkihiilelle.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 33 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi ammemiehillä, koneenhoitajilla, laitosmiehellä ja kuivaajilla.

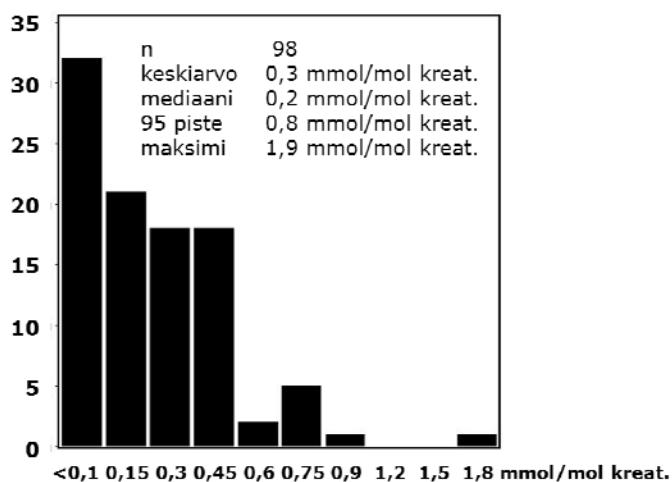
Toimenpiderajan ylityksiä ei ollut.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	98
Henkilöiden lukumäärä	76
naiset	9
miehet	67
Työpaikkojen lukumäärä	1
Työpaikkatieto puuttuu	11

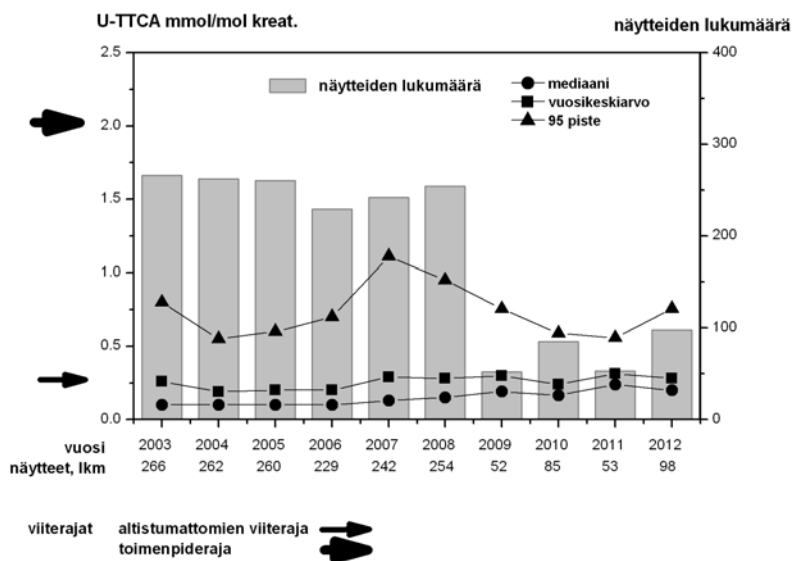
Rikkihiilelle altistuneiden työntekijöiden lukumäärä on vähentynyt v. 2008 jälkeen. Altistumattomien viiteraja ylittyi kuitenkin vuosina 2011 ja 2012 keskimäärin joka kolmannessa näytteessä. Yksittäisiä korkeita pitoisuuksia mitataan yhä.

Virtsan 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappopitoisuuden biologinen toimenpideraja-arvo (työvuoron jälkeinen näyte, ks. yllä) on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).

Kpl



U-TTCA, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan 2-tiotsolidiini-4-karboksyylihappo vuosina 2003 – 2012.

Seleeni

Mirja Kiilunen

Virtsan seleeni, U-Se

Altistumattomien viiteraja 0,07 mg/g kreatiniinia*

Toimenpideraja ei ole asetettu

Raskauden aikana ei saa altistua seleenille

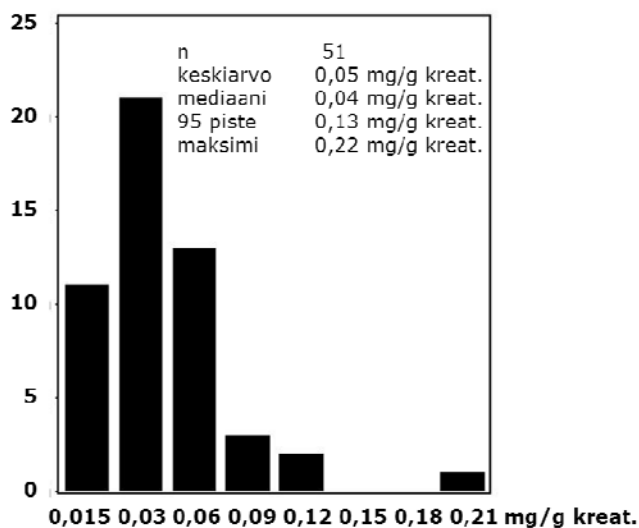
* Altistumattomien viiteraja 1.4.2012 0,07 mg/g kreatiniinia.
Tämä vastaa ~ 1,16 µmol Se/l.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä oli 7 kpl. Tämä viiteraja ylittyi mm. lannoiteiden pakkauksessa ja lastauksessa sekä lasinvalmistuksen eri tehtävissä. Yhden henkilön työtehtävä oli tuntematon.

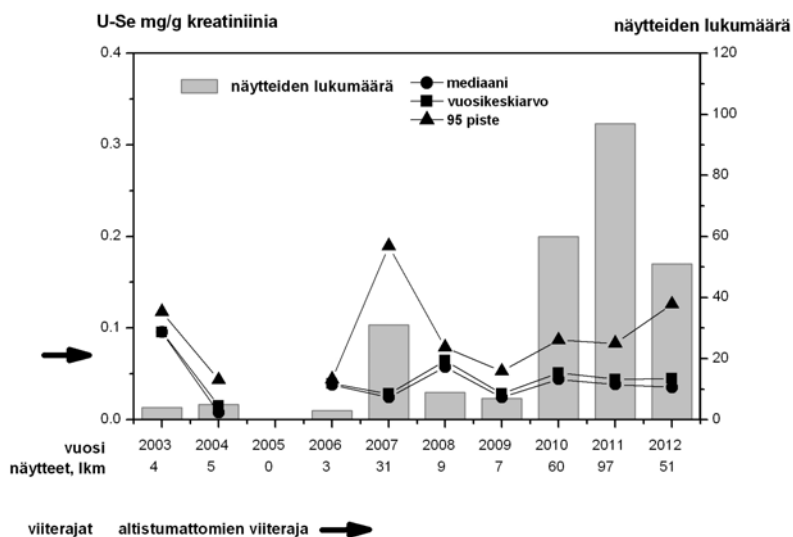
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	51
Henkilöiden lukumäärä	48
naiset	4
miehet	44
Työpaikkojen lukumäärä	3
Työpaikkatieto puuttuu	16

Seleenille altistutaan elektroniikkateollisuudessa mm. valokuitujen valmistuksessa, väriaineena lasinvalmistuksessa ja lannoiteteollisuudessa. Seleeni on rikin sukulaisaine ja sitä on erityisesti luonnossa erilaisissa kiisuissa ja kuparisulfidimalmeissa.

Kpl



U-Se, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan seleeni vuosina 2003 – 2012.

Styreeni

Jouni Mikkola

Virtsan manteli- ja fenyyli glykoksyylihappo, U-MaPGa

Altistumattomien viiteraja	0,2 mmol/l
Toimenpideraja	1,2 mmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,2 mmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 222 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. laminoinnissa, (lujite)muovityössä ja viimeistelijöillä.

Toimenpideraja ylittyi 35 henkilöllä. Toimenpideraja ylittyi laminoinnissa, maalareilla, ruiskuttajilla, koneenhoitajalla, työnjohtajalla ja yrittäjillä.

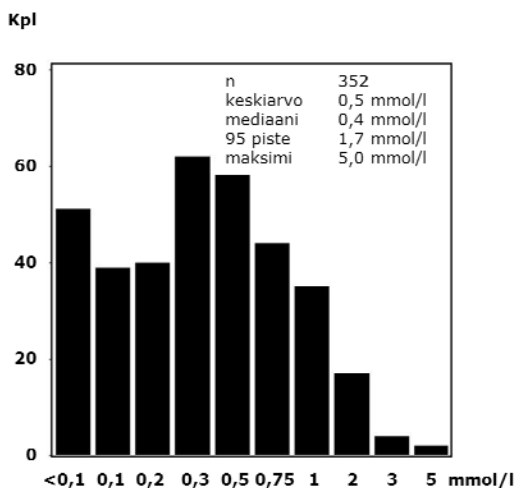
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	352
Henkilöiden lukumäärä	331
naiset	24
miehet	307
Työpaikkojen lukumäärä	46
Työpaikkatieto puuttuu	15

Styreenille altistuu Suomessa noin 3000 työntekijää.

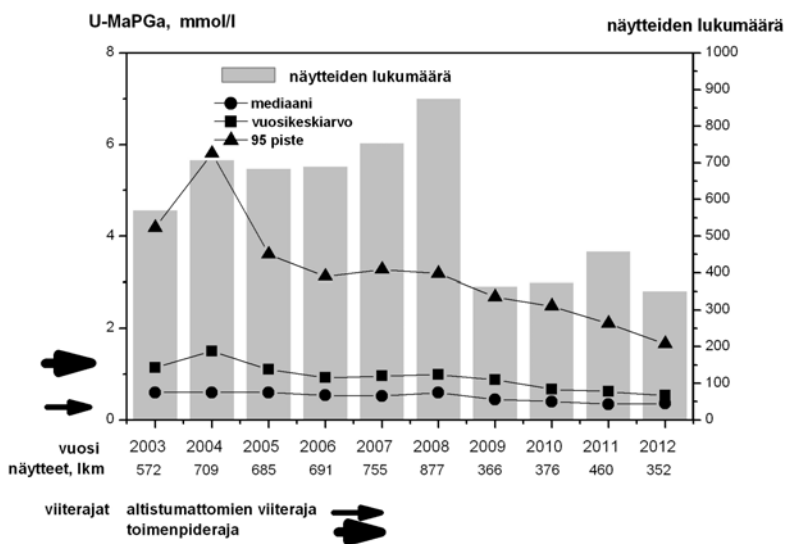
Biomonitorointinäytteet tulevat enimmäkseen lujitemuoviteollisuudesta. Toimenpideraja on ylittynyt 2000-luvun alkuvuosina 20 – 30 %:ssa palvelunäytteistä. Suuntaus on laskeva, sillä toimenpiderajan ylitysten määrä on jäänyt v. 2009 – 2011 alle 20 %:iin analysoiduista palvelunäytteistä. Vuonna 2012 toimenpiderajan ylittävien näytteiden osuus näytteiden kokonaismäärästä oli enää 10 %. Samanaikaisesti korkeimpien altistumispitoisuuksien taso on laskenut (2004: 95% piste 5,5 mmol/l, maksimi 20 mmol/l; 2012: 95% piste 1,7 mmol/l, maksimi 5,0 mmol/l). Palvelunäytteiden lukumäärä on vähentynyt huomattavasti vuoden 2008 jälkeen.

Laminointivaiheessa polyesterihartseja käytettäessä noin 10 % styreenistä haihtuu ilmaan. Käsi- ja ruiskulaminoiden keskimääräinen styreenille altistuminen ylittää usein HT-pitoisuuden. Kun polystyreeniä työstetään kestonmuoviraaka-aineena, siitä irtautuu styreeniä vain hyvin vähän.

Virtsan manteli- ja fenyyli glykoksyylihappopitoisuuden viiteraja-arvo (toimenpideraja) työpäivän jälkeisenä aamuna on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).



U-MaPGA, pitoisuusjakauma v. 2012.



Virtsan manteli- ja fenyyli glyoksylihappo vuosina 2003 – 2012.

Tolueeni

Simo Porras

Veren tolueeni, B-Tolu

Altistumattomien viiteraja	50 nmol/l
Toimenpideraja	500 nmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	50 nmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 31 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. painotyöhön liittyvissä tehtävissä.

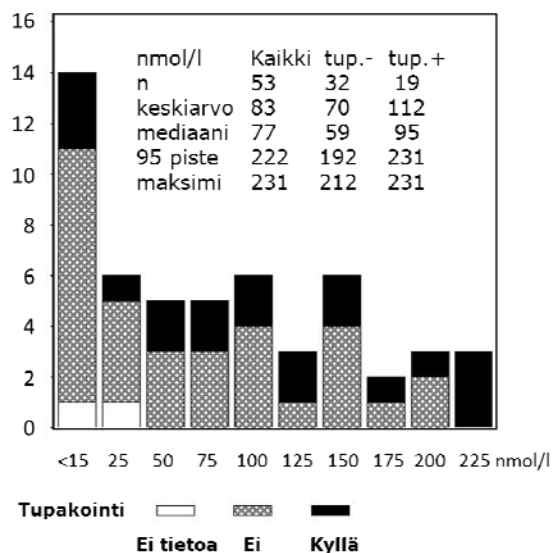
Toimenpiderajan ylityksiä ei ollut.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	53
Henkilöiden lukumäärä	52
naiset	5
miehet	47
Tupakointi	
tupakoivat	18
ei tupakoivat	32
ei tietoa tupakoinnista	2
Työpaikkojen lukumäärä	12
Työpaikkatieto puuttuu	19

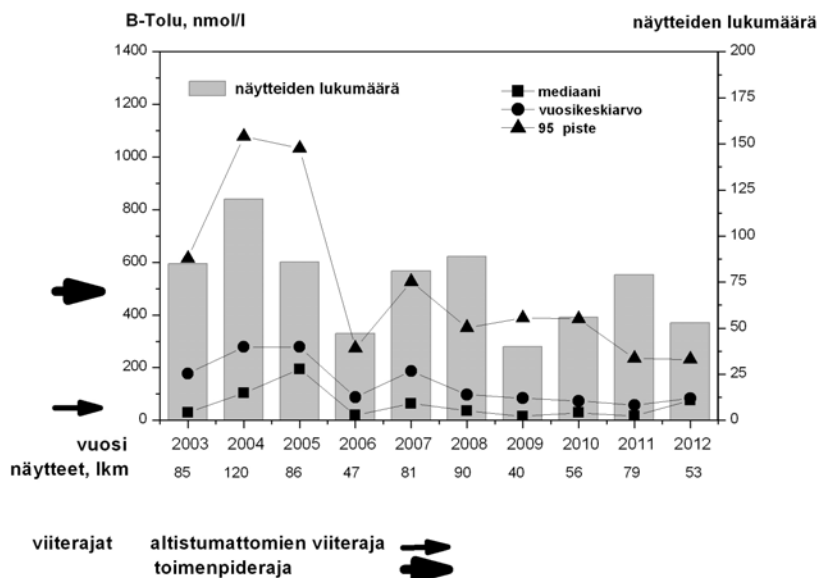
Orgaanisena liuottimena tolueenia käytetään laajalti. Sitä esiintyy mm. painoväreissä, maaleissa, lakoissa, liimoissa, puhdistus- ja moottoripolttoaineissa. Tolueenia käytetään myös mm. lääkeaineiden ja räjähdysaineiden valmistuksessa sekä metallituotteiden ja ajoneuvojen valmistuksessa.

Veren tolueenipitoisuuden biologinen toimenpideraja-arvo (työpäivän jälkeinen aamunäyte, ks. yllä) on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).

Kpl



B-Tolu, pitoisuusjakauma v. 2012.



Veren tolueni vuosina 2003 – 2012.

Altistuminen kromille ja nikkelille metallitöissä, pintakäsittelyssä ja ruostumattoman teräksen hitsauksessa

Mirja Kiilunen

Virtsan kromi ja nikkeli, U-METSUP, U-PINTSU, U-RSTSUP

Virtsan kromi, U-Cr

Altistumattomien viiteraja 0,01 $\mu\text{mol/l}$

Tavoitetaso 0,01 $\mu\text{mol/l}$

Raskauden aikana ei saa altistua kromille.

Virtsan nikkeli, U-Ni

Altistumattomien viiteraja 0,05 $\mu\text{mol/l}$

Tavoitetaso 0,05 $\mu\text{mol/l}$

Raskauden aikana ei saa altistua nikkelille.

U-METSUP

Erilaisissa metallitöissä – ei hitsauksessa – metallimiehinä työskenteleviltä tehtiin virtsan kromi- että nikkelin mittauksia samanaikaisesti 295 kappaletta. Kuudesta henkilöstä tehtiin uusintamittaukset vuoden 2012 aikana. Tutkituista 281 oli miehiä ja 7 naista. Näytteet tulivat 71 eri työpaikalta ja 33 puuttui työnantajatieto.

Keskiarvopitoisuudet olivat virtsan kromille 0,03 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelille 0,04 $\mu\text{mol/l}$. Mediaanit olivat vastaavasti 0,01 $\mu\text{mol/l}$ ja 0,02 $\mu\text{mol/l}$. Virtsan kromituloksista 95 % oli 0,11 $\mu\text{mol/l}$ alapuolella ja virtsan nikkelituloksista 0,13 $\mu\text{mol/l}$ alapuolella. Suurimmat pitoisuudet olivat virtsan kromille 0,50 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelille 0,88 $\mu\text{mol/l}$. Tulokset kertovat, että altistuminen kromille ja nikkelille on merkittävää metallimiehillä ja toimenpiteisiin sen alentamiseksi tulisi ryhtyä. Keskimääräiset pitoisuustasot ovat lähes samat kuin viime vuonna, mutta korkeiden pitoisuuksien määrä on suhteellisesti kasvanut, vaikka nikkelin kohdalla maksimi pitoisuus oli laskenut 1,7 $\mu\text{mol/l}$:sta 0,88 $\mu\text{mol/l}$:iin. Kromin kohdalla suuntaus oli päinvastainen: 0,35 $\mu\text{mol/l}$ > 0,50 $\mu\text{mol/l}$. Vaikka kromi- ja nikkelipitoisuuksien välillä saatiin merkittävä korrelaatio, perustui se suureen määrään pieniä pitoisuuksia ja suurempien pisteiden tasaiseen hajontaan.

U-PINTSU

Elektrolyyttisessä pintakäsittelyssä työskenteleviä pintakäsittelijöitä oli 61 kappaletta, joista mitattiin sekä virtsan kromi- että nikkelipitoisuudet metallialtistumisen

selvittämiseksi. Viidestä henkilöstä tehtiin toistomittaukset ja kahdesta vielä kolmannet mittaukset vuoden 2012 aikana. Näytteet tulivat 14 työpaikasta ja kahdesta näytteestä puuttui työnantajatieto. Tutkituista 41 oli miehiä ja 15 naisia.

Keskiarvopitoisuudet tutkituilla olivat virtsan kromille 0,04 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelille 0,15 $\mu\text{mol/l}$. Mediaanit olivat vastaavasti 0,02 $\mu\text{mol/l}$ ja 0,05 $\mu\text{mol/l}$. 95 % piste virtsan kromituloksille oli 0,15 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelituloksille 0,80 $\mu\text{mol/l}$. Suurimmat pitoisuudet olivat virtsan kromille 0,37 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelille 1,40 $\mu\text{mol/l}$. Tulokset osoittavat, että altistuminen kromille ja erityisesti nikkelille on merkittävää pintakäsittelytyössä. Nikkelipitoisuudet ovat selkeästi suurempia kuin kolmena aikaisempaa vuotena. Virtsan kromi- ja nikkelipitoisuuksien välillä ei todettu riippuvuutta.

U-RSTSUP

Ruostumattoman teräksen hitsaajien altistumista seurattiin 422 kertaa sekä kromi- että nikkeli-altistumisen suhteen. Kahdentoista henkilön altistumista seurattiin useamman kerran vuoden 2012 aikana. Näytteet tulivat 113 eri työpaikasta ja 32 näytteen kohdalla työnantajatieto puuttui. Naisia oli 11 ja miehiä 398.

Keskiarvopitoisuudet tutkituilla olivat virtsan kromille 0,03 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelille 0,04 $\mu\text{mol/l}$ ja mediaanit 0,01 $\mu\text{mol/l}$ kromilla ja 0,03 $\mu\text{mol/l}$ nikkelille. 95 prosentin piste oli 0,10 $\mu\text{mol/l}$ sekä virtsan kromi- ja nikkelituloksille. Suurimmat pitoisuudet olivat virtsan kromilla 0,50 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelillä 0,90 $\mu\text{mol/l}$. Edelliseen vuoteen verrattuna ovat keskimääräiset kromi- ja nikkelipitoisuudet pysyneet samalla tasolla. Nikkelillä todettiin korkeampia pitoisuuksia virtsassa kuin edellisenä vuotena, kun taas kromin pitoisuudet olivat laskeneet jonkin verran. Hitsaajien altistuminen on merkittävää ja toimenpiteisiin altistumisen vähentämiseksi tulisi ryhtyä. Tutkitussa työtekijäryhmässä ei ollut korrelaatiota virtsan kromi- ja nikkelipitoisuuksien välillä.

Taulukko 4. Palveluanalytiikan biomonitorointianalyysit, joita oli alle 50 kpl vuonna 2012.

Altiste	Analyysi	Laatu	N ¹	Keski-arvo	Median	95 % piste	Max
Alumiini	S-Al	µmol/l	4	0,2	0,16	0,3	0,4
Aniliini	U-Anilin	µmol/l	3	0,14	0,15	0,16	0,17
Antimoni	U-Sb	nmol/l	40	19	8	75	83
Beryllium	U-Be	nmol/l	22	1,6	1,7	3,3	3,4
Etyylibentseeni	U-Mandel	mmol/l	14	0,05	0,03	0,13	0,2
Fluori	U-F	µmol/l	14	84	54	267	267
n-Heksaani	U-HD	mmol/mol kreat.	8	0,3	0,3	0,4	0,5
Heksametyyleeni-di-isosyanaatti	U-HDIHDA	µmol/mol kreat.	1				
Kupari*	U-Cu	µmol/l	7	0,24	0,20	0,46	0,46
2-(2-Metoksietoksi) etanoli	U-MEAA	mmol/mol kreat.	6	0,25	0,25	0,25	0,25
Metyleenidifenyli-di-isosyanaatti	U-MDIMDA	µmol/mol kreat.	26	0,2	<0,2	0,4	1,6
Metyylietyyliketoni	U-MEK	µmol/l	2 ²	-	-	-	-
Metyyli-tert-butyylieetteri (MTBE)	U-TBA	µmol/l	8	0,6	0,5	1,0	1,2
Molybdeeni*	U-Mo	nmol/l	5	609	591	702	702
Platina	U-Pt	nmol/l	1 ²	-	-	-	-
Pyretroidit	U-PBA	µmol/mol kreat.	24	0,9	0,3	3,8	5,9
Retinolia sitova proteiini	U-RBP	µg/g kreat.	3	114	134	152	152
Sevofluraani	U-Sevo	nmol/l	4	2,1	2,1	2,4	2,4
Sinkki	U-Zn	µmol/l	6	3,6	3,6	4,8	4,8
Syanidi	U-Tiosyan	µmol/l	22	115	83	279	336
Tetrakloorieteeni	U-PerklEt	µmol/l	44	0,1	0,1	0,4	0,6

Altiste	Analyysi	Laatu	N ¹	Keski-arvo	Median	95 % piste	Max
Trikloorieteeni (trikloorietyleeni)	U-TCA	μmol/l	7	18	15	29	32
Typpioksiduuli	U-N₂O	nmol/l	3	114	43	167	290
Uraani	U-U	nmol/l	23	0,003	<0,001	0,019	0,022

B = veri; d = vuorokausi; f = paasto; P = plasma; S = seerumi; U = virtsa

¹ vain työperäinen altistuminen.

² näytteiden vähyyden vuoksi tuloksia ei ole ilmoitettu.

Taulukko 5. Viite- ja toimenpiderajat analyysille, joita oli alle 50 kpl työperäistä altistumismittausta vuonna 2012.

Analyysi	Altistumattomien viiteraja	Toimenpideraja
Seerumi/plasma		
S-Al	0,1 µmol/l	ei ole asetettu
S-Cu	14 – 23 µmol/l ¹	ei ole asetettu
	13 - 21 µmol/l miehet ²	
	12 – 28 µmol/l naiset ²	
Veri		
B-AKOlEs/ B-PKOlEs	10 % lasku lähtötasosta	30 % lasku lähtötasosta
B-Co	0,8 µg/l ¹	7 µg/l Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency's suositus ²
B-Cr	0,8 µg/l ¹	7 µg/l Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency's suositus ²
B-Mn	295 nmol/l ¹	ei ole asetettu
B-Mo	1,4 µg/l ¹	ei ole asetettu
B-Ti	24 µg/l ¹	ei ole asetettu
Virtsa		
U-Be	15 nmol/l	ei ole asetettu
U-Cu	0,08 – 0,50 µmol/l ¹ 0,14 - 1,0 µmol/l ²	ei ole asetettu
dU-Cu	0,24 – 0,47 µmol/vrk ¹ 0,2 – 1,4 µmol/vrk ²	ei ole asetettu
U-F	100 µmol/l	200 µmol/l (an) 350 µmol/l (in)
U-HD	0,5 mmol/mol kreat.	2 mmol/mol kreat.
U-Mandel	0,2 mmol/l	5,2 mmol/l
U-MDIMDA ja U-TDITDA	0,2 µmol/mol kreat.	ei ole asetettu
U-MEAA	0,5 mmol/mol kreat.	50 mmol/mol kreat.

Analyysi	Altistumattomien viiteraja	Toimenpideraja
Virtsa		
U-MEK	1,5 µmol/l	20 µmol/l
U-Mo	1340 nmol/l	ei ole asetettu
U-N ₂ O	20 nmol/l	700 nmol/l
U-PBa	1 µmol/mol kreat.	ei ole asetettu
U-Pt	3,5 nmol/l	ei ole asetettu
U-Sb	9 nmol/l	ei ole asetettu
U-Se	0,07 mg/g kreat. ²	ei ole asetettu
U-Sevo	1,5 nmol/l	30 nmol/l
U-TBA	1 µmol/l	30 µmol/l
U-TCA	50 µmol/l	120 µmol/l
U-Ti	680 nmol/l	ei ole asetettu
U-U	0,03 µg/g kreat. ²	ei ole asetettu
U-Zn	8-12 µmol/l ¹ 1 – 12 µmol/l ²	ei ole asetettu

B = veri; d = vuorokausi; f = paasto; P = plasma; S = seerumi; U = virtsa
(an) = aamunäyte, (in) = iltanäyte

¹ Vuonna 2012 voimassa ollut viitearvo.

² Vuonna 2013 käyttöön otettu viitearvo.

Taulukko 6. Biomonitoroinnin muuttuneet viitearvot vuonna 2013.

Analyysi	Vanha viiteraja		Nykyinen viiteraja (2013)	
fS-PCB	3	µg/l	2	µg/l
S-Tiosyan	100	µmol/l (ei tup.)	110	µmol/l
S-In	<0,1	µg/l	0,02	µg/l
U-Co	40	nmol/l	25	nmol/l
U-Pb	0,015	µmol/l	0,008	µmol/l
S-Cu	14 - 23	µmol/l	13 - 21 12 - 28	µmol/l miehet µmol/l naiset
U-Cu	0,08-0,50	µmol/l	0,14 - 1,0	µmol/l
dU-Cu	0,24 - 0,47	µmol/vrk	0,2 - 1,4	µmol/vrk
U-Mn	40	nmol/l	10	nmol/l
U-Naftol	30 300	nmol/l (ei tup.) nmol/l (tup.)	7 30	µg/l (ei tup.) µg/l (tup.)
U-Pyr	3	nmol/l	0,8	µg/l
fP-Zn	10 - 20	µmol/l	7 - 14	µmol/l
U-Zn	8 - 12	µmol/l	1 - 12	µmol/l
U-Se	0,30	µmol/l	0,07	mg/g kreat.
U-Tiosyan	85	µmol/l (ei tup.)	140	µmol/l (ei tup.)
U-U	0,08	µg/g kreat.	0,03	µg/g kreat.
U-V	50	nmol/l	7	nmol/l

Analyysi	Vanha toimenpideraja		Nykyinen (2013)	toimenpideraja
U-Al	6,0	µmol/l	3,0	µmol/l
U-Co	600	nmol/l	130	nmol/l
U-Pyr	12	nmol/l	2,6	µg/l

Taulukko 7. Biomonitorointianalyysien analyysivastaavat ja analyysit vuonna 2012.

Analyysivastaava	Analyysi
Maj-Len Henriks-Eckerman	isosyanaattimetaboliitit, trietyyliamiini
Sirpa Pennanen Marjut Reiman	homepölyvasta-aineet, punkkivasta-aineet
Urve Jakobson	sevofluraani, typpioksiduuli
Mirja Kiilunen	antimoni, alumiini, arseeni, barium, beryllium, elohopea, fluoridi, hopea, kadmium, koboltti, kromi, kreatiniini, kupari, lyijy, mangaani, molybdeeni, nikkeli, platina, seleeni, sinkki, telluuri, tina, tiosyanaatti, titaani, torium, uraani, vanadiini, vismutti
Jouni Mikkola	butoksietikkahappo, 2-(2-butoksietoksi)etikkahappo, etoksietikkahappo, fenoksibentsoehappo, fenoli, 2,5-heksaanidioni, hemoglobiinin häkähemoglobiini, manteli- ja fenyyliglyoksyylihappo, mantelihappo, 2-(2-metoksietoksi)etikkahappo, metyleenibis(2-kloorianiliini), metyleenidianiliini, metyylietyyliketoni, metyylihippuurihappo, mukonihappo, muurahaishappo, virtsan suhteellinen tiheys, tert-butyylialkoholi, 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappo, trikloorietikkahappo
Simo Porras	asetyyli- ja pseudokoliiniesteraasi, hydroksi-N-metyyli-2-pyrrolidoni, polyklooratut bifenyylit, tetrakloorieteeni, tolueni
Sinikka Vainiotalo	2-naftoli, 1-pyrenoli

KIITOKSET

Kokoelma perustuu Työterveyslaitoksen biomonitorointipalveluiden toimintaan. Analyysien tekemiseen ovat osallistuneet lukuisat henkilöt, joita haluamme kiittää tehdystä työstä.

Työntekijöiden kemikaalialtistumisen seurantaan ja riskinarvion käyttöön käytetään verestä ja virtsasta tehtäviä altistumismittauksia. Biologinen monitorointi huomioi yksilöiden väliset erot altistumisessa, altistumisen kemikaalien eri yhdisteille sekä imeytymisen kaikkia kolmea reittiä pitkin: ihon läpi, hengitysteitse ja ruoansulatuskanavasta, sekä aineen kertymisen elimistöön pitkäaikaisessa ja toistuvassa altistumisessa.

Vuoden 2012 tilastoon on koottuna lähes 25.000 biologisen monitoroinnin mittauksen tulokset, tärkeimpien määritysten pituusjakaumat, altistavimmat työtehtävät ja suurimpien määritysten kohdalta vertailu aiempien vuosien tuloksiin.

Julkaisun toivotaan helpottavan oman työpaikan tulosten vertaamista muiden työpaikkojen tasoon Suomessa. Julkaisu antaa myös kuvan työperäisen kemikaalialtistumisen tasosta Suomessa ja altistumistasojen vaihteluista viranomaisille päätöksenteon pohjaksi.

TYÖTERVEYSLAITOS

Työterveyslaitos, Kemikaaliturvallisuustiimi
Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki

www.ttl.fi

ISBN 978-952-261-355-4 (nid.)
ISBN 978-952-261-356-1 (pdf)



Työterveyslaitos